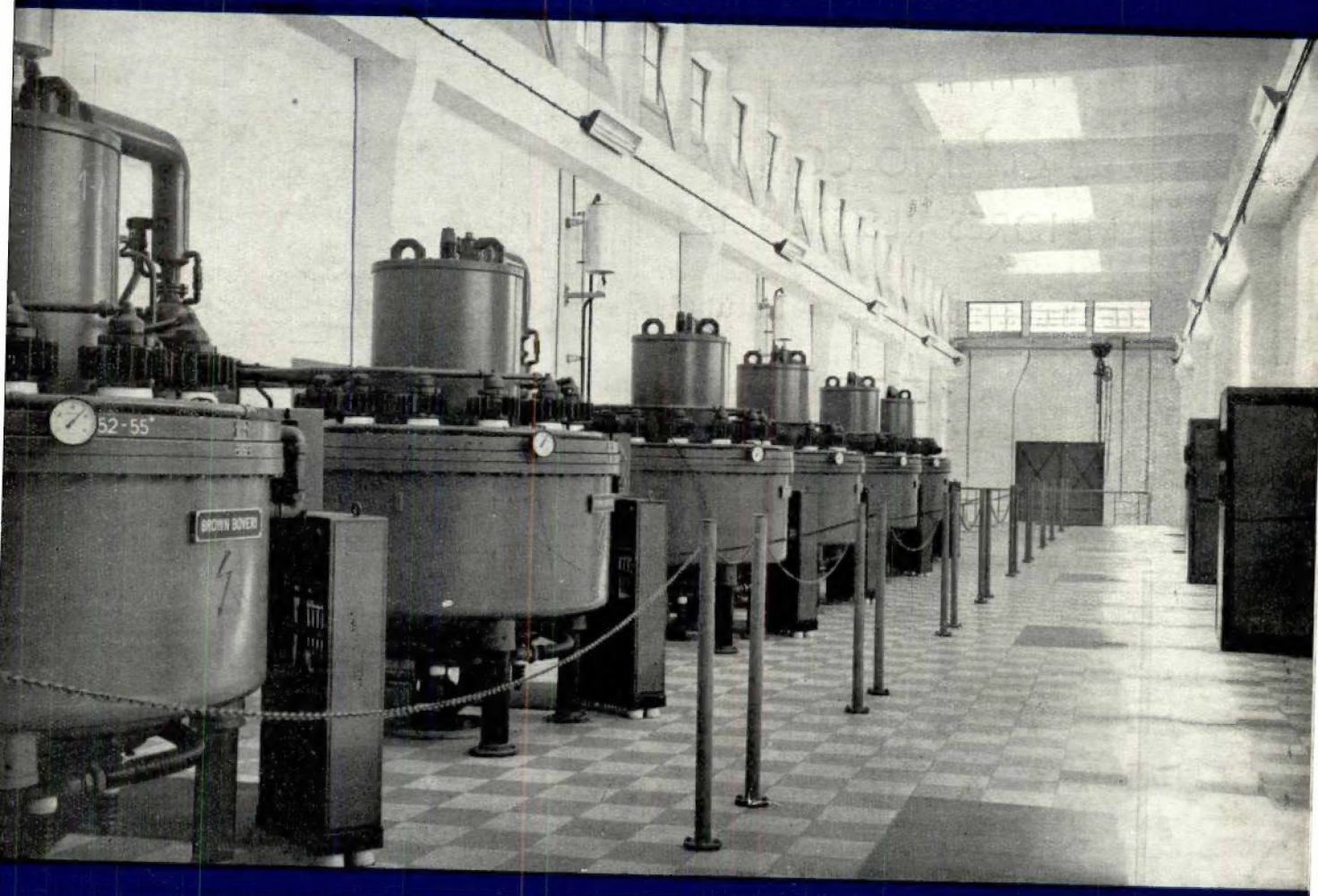
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 224 - Julho - 1952

CIMENTO SECIL

O CIMENTO COM AS MAIORES RESISTÊNCIAS

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

ELECTRO-ARCO
LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA
LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649
PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

NÚMERO
224
Julho — 1952

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
MANUEL AGUDO MARQUES MAIA

ADMINISTRADOR
MANUEL ALVES MARQUES

CORPO REDACTORIAL
JOSÉ AUGUSTO DO NASCIMENTO
CARLOS LLOYD BRAGA
MANUEL DE VILHENA PERES MONIZ
SILVÉRIO ANTUNES COELHO

NUMERO AVULSO 11$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	27$50	50$00	95$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	55$00	100$00

Suplemento de FICHEIRO
10 números — 10$00
Número avulso — 1$50

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — AMONÍACO PORTUGUÊS — Sub-Estação Eléctrica — Instalação de mutadores, para rectificação da corrente.

Págs

As comunicações na política do fomento
Pelo Eng.º Dr. Francisco de Paula Leite Pinto 551

Vida Escolar e Associativa 568

Amortecimento de pontas de cheia
Pelo Eng.º Civil (E. E.) Baptista Júnior 569

Régua de cálculo — Escalas Log Log
Pelo Eng.º L. M. H. de Lancastre 585

Tensões geradas no terreno pelos maciços de fundação
Pelo Eng.º Civil (I. S. T.) Úlpio Nascimento 594

Do Mundo Técnico 597

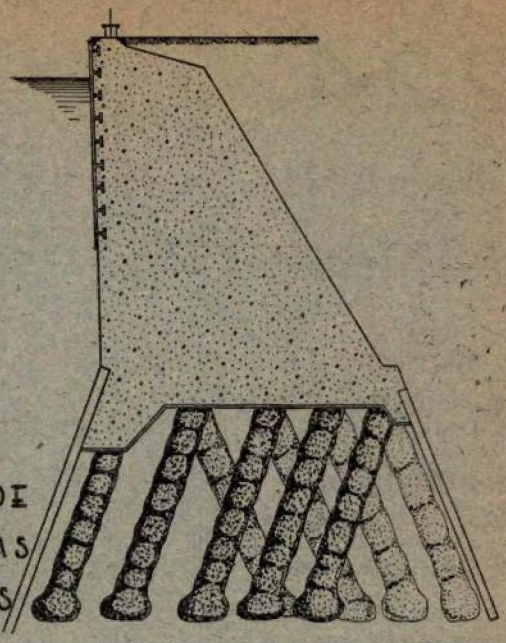
Biblioteca 602

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

PARA RESISTIR A ESFORÇOS
OBLÍQUOS E DINÂMICOS
EMPREGAM-SE ESTACAS

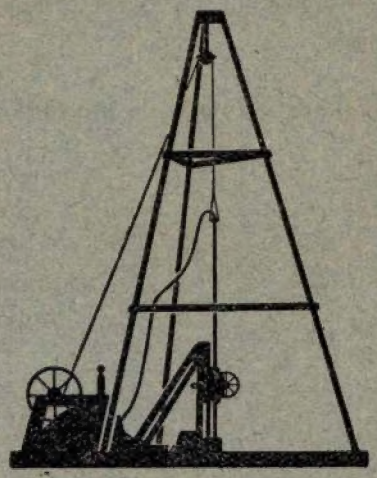
FRANKI

CUJA INCLINAÇÃO
RIGOROSAMENTE VERIFICADA,
PODE ATINGIR 25°.
INDISPENSÁVEIS NA EXECUÇÃO DAS
FUNDAÇÕES DE PONTES, DE MUROS DE
SUPORTE E DE MÁQUINAS SUBMETIDAS
A ESFORÇOS DINÂMICOS IMPORTANTES



FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA L.da
PRAÇA DA ALEGRIA 20 R/C LISBOA

SONDAGENS RODIO, Limitada



RODIO

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico
Pesquisas de água.
Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.
Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.
Rebocos comprimidos por «**cement gun**»
Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

As melhores referências no país e no estrangeiro

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

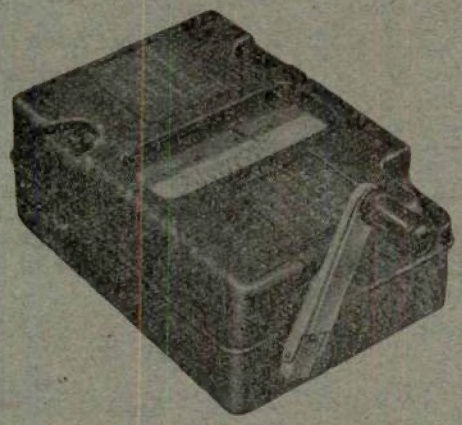
R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.º — LISBOA
Tel. 2-6685

EVERSHED & VIGNOLES, LTD.

APARELHOS ELÉCTRICOS DE ALTA CATEGORIA

"MEGGER"

ENSAIADORES DE ISOLAMENTO E CONTINUIDADE
ENSAIADORES DE CIRCUITOS. ENSAIADORES DE TERRAS
INSTRUMENTOS DE MEDIDA PORTÁTEIS
INSTRUMENTOS PARA QUADRO, INDICADORES E REGISTADORES
INSTALAÇÕES DE TELE-TRANSMISSÃO E TELE-COMANDO
TAQUÍMETROS ESTACIONÁRIOS. SALINÓMETROS ELÉCTRICOS



APARELHAGEM PARA CENTRAIS ELÉCTRICAS
ESTAÇÕES DE BOMBAGEM
FUNDIÇÕES DE AÇO
TRACÇÃO ELÉCTRICA
DOCAS E NAVIOS
ESTAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO
ETC., ETC.

Pedir catálogos e ofertas aos Representantes e Depositários:

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

RUA EUGENIO SANTOS, 75 LISBOA Telef. 2 4314

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46

LISBOA — PORTUGAL

TELEGRAMAS: PESSIL-LISBOA — TELEFONES: 29879-24495-20354

AZEVEDO & PESSI, L.DA

OFERECEM **EQUIPAMENTO PARA INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS E APARELHAGEM ELÉCTRICA DAS SUAS REPRESENTADAS**

Emile Haefely & Cie., S. A. — Basileia	**Transportadores, Condensadores**
Sprecher & Schuh, S. A. — Aarau	**Aparelhagem eléctrica**
Baume & Marpent, S. A. — Haine-St-Pierre	**Material rolante, Gasómetros**
Heinrich Flottmann, G. m. b. H. — Herne	**Martelos pneumáticos, Compressores**
Salzgitter Maschinen A.-G. — Salzgitter	**Pás mecânicas, Rastilhos perfuradores**
Badische Maschinenfabrik A.-G. — Karlsruhe	**Equipamento para fundições**
Berkefeld Filter Ges. m. b. H. — Celle	**Filtros, Instalações de correcção**
Luke & Spencer, Ltd. — Altrincham	**Amoladoras, Mós**
Eschwerke K.-G. — Duisburgo	**Britadeiras, Trituradoras**
Knapsack-Griesheim A.-G. — Frankfort	**Equipamento de soldadura**
F. Kueppersbusch & Soehne A.-G. — Gelsenkirchen	**Cozinhas, Fogões**
Mench S. A. — Bruxelas	**Equipamento para lavandarias**
Bergedorfer Eisenwerk A.-G. — Hamburgo	**Instalações frigoríficas, Centrais leiteiras**
Seitzwerke A.-G. — Kreuznach	**Máquinas para engarrafamento**
Intexico — Hamburgo	**Metais, Máquinas-ferramentas**
Anton Kaeser — Hamburgo	**Instalações de condicionamento de ar**

FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÃO MECÂNICAS

S. A. R. L.

OEIRAS

Uma grande organização na «**Indústria Metalúrgica e Metalomecânica nacional**»

Com **Fábrica** onde se produz:

Fundição de ferro, Ferros Ligas e Metais, Esmaltes — Esmaltagem

OFICINAS DE SERRALHARIA E FORJAS

Alguns artigos de série:

Banheiras de ferro fundido esmaltado — Todos os artigos sanitários para casa de banho e cozinha — Caldeiras e radiadores para aquecimento central — Salamandras — Fogões e fogareiros a gás — Fogões a lenha e carvão — Escadas e escadotes — Tábuas de engomar — Material para construção civil (aros para claraboias, sifões de pátio, ventiladores, portinholas, olhos de boi, autoclismos, etc.) — Bancos de jardim — Candeeiros para iluminação pública, etc

PROJECTOS, ORÇAMENTOS E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES E AQUECIMENTO CENTRAL

Vendas directas ao comércio da especialidade

Telef. Oeiras { P. P. C. 324 — 4 linhas / Administ. 156

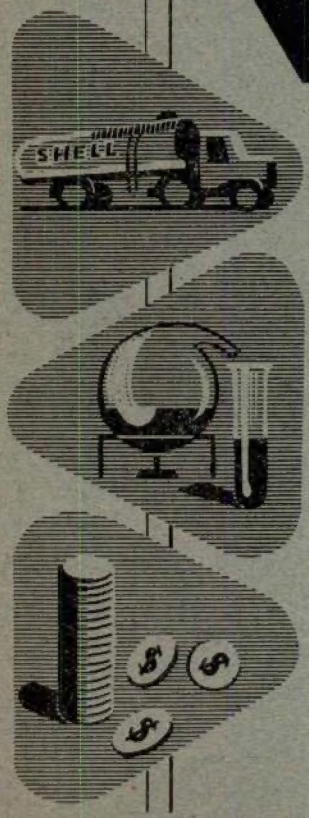
Teleg. Fundição — OEIRAS

Correio: Apartado 711
LISBOA — CENTRAL

SECÇÃO DE AQUECIMENTO

Av. António Augusto de Aguiar, 7-A

Telefone 4 1110



É MAIS RÁPIDO

É MAIS PURO

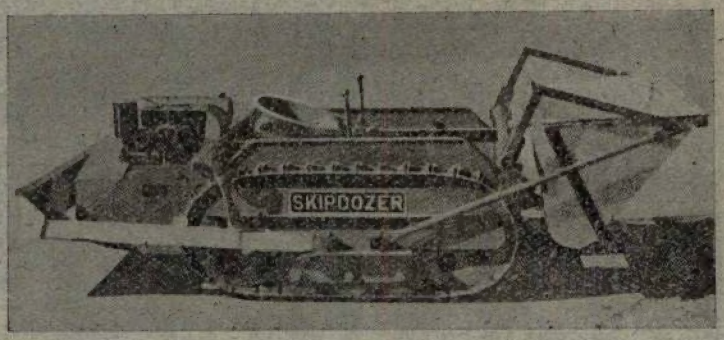
É MAIS ECONÓMICO

A construção e a manutenção do sistema rodoviário de um país, são principalmente asseguradas pelo emprego de BETUMES.

A SHELL COMPANY OF PORTUGAL, LIMITED, com a sua instalação de BETUMES em Setúbal, garante a entrega do BETUME a granel, já aquecido no local dos trabalhos o que corresponde a considerável redução no preço do produto; uma grande economia de mão de obra; grandes vantagens de ordem técnica; eliminação de derrames; betume isento de impurezas e ainda, a uma maior rapidez na execução dos trabalhos.

SHELL COMPANY OF PORTUGAL, LTD.

TRACTOR TUTZ MARK III SKIPDOZER



Balde basculante com capacidade de 280 litros;

Pequena lâmina de bulldozer;

Motor Petter de 10 C. V. Diesel ou a gasolina;

Potência à barra: 800 quilos;

Ideal para rebocar combóios de vagonetas carregadas a subir, pois tem uma largura entre lagartas de 1 metro.

Indispensável aos empreiteiros, grandes ou pequenos, pequenas empresas mineiras, fábricas de cerâmica, construtores civis, fabricantes de cal, agricultores, etc.

É UM TRACTOR VERSÁTIL ACESSÍVEL A TODAS AS BOLSAS

EM LISBOA

para entrega imediata

Distribuição e assistência após venda por

BLACKWOOD HODGE

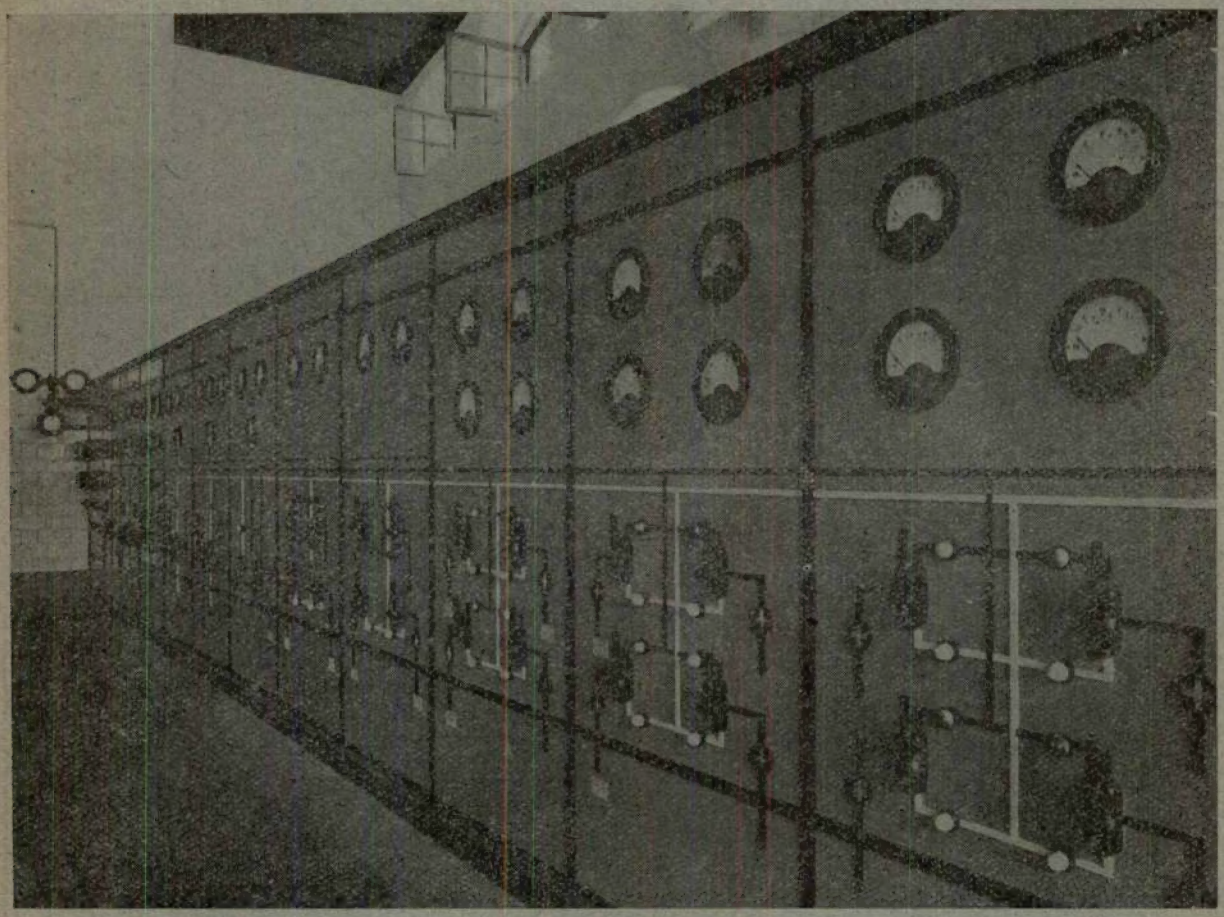
Av. Almirante Reis, 247 ○ Telef. 75.984

Portugal, Inglaterra, França, E. U. A., Espanha, Irlanda, Bélgica, Itália, Africa do Sul, Africa Oriental, Africa Ocidental, as duas Rodésias e Nyassaland, Congo Belga, Angola, Moçambique, Sudão, India, Paquistão, Ceilão, Birmânia Austrália

JAYME DA COSTA, L.DA

LISBOA
R. DOS CORREEIROS, 8 A 26

PORTO
P. DA BATALHA, 12 12-A



Quadro geral de comando e distribuição

da

FÁBRICA DO PRADO

DA

COMPANHIA DO PAPEL DO PRADO

Os nossos serviços técnicos e oficinas especializadas, além duma longa experiência, são uma garantia das nossas execuções

- Quadros gerais em chapa de ferro e de mármore
- Quadros blindados
- Quadros tipo armário
- Quadros para fins especiais

Instalações completas de Relógios Eléctricos com ou sem sinalização. Máxima precisão

Relógios-Mãe, Relógios secundários para interior e exterior, Relógios de ponto, Etc..

Representante geral: BORSARI & MEIER S. A. — Zurich, Suissa

Pedidos de orçamentos ao seu agente para Portugal Continental e Ultramarino

J. A. BENITO GARCIA

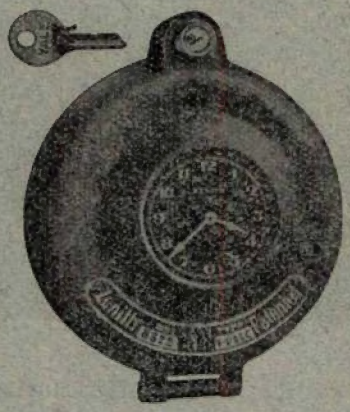
RUA DA MADALENA, 46, 2.º — LISBOA ✦ Telef. 22948 / 27338

RELÓGIOS DE CONTROLE PARA TODOS OS FINS

Utilizáveis em

- Veículos de carga
- autocarros
- máquinas de todos os tipos
- tractores
- serviço de ronda
- locomotivas
- serviços públicos

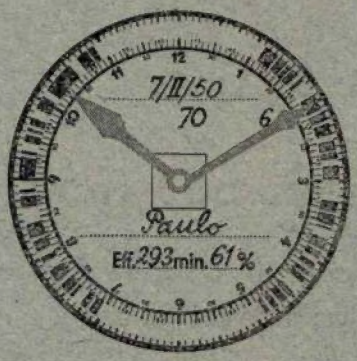
Etc.

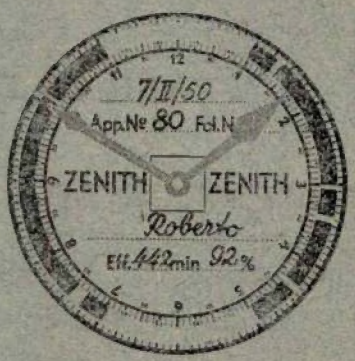


Algumas vantagens:

Maior rendimento pelo perfeito controle — análise dos processos de trabalho — segurança nos cálculos de preços de custo — exactidão nas desvalorizações de máquinas e veiculos.

SEM controle Zenith: - 61 % (4 h 56 m) de trabalho útil numa jornada de 8 horas.

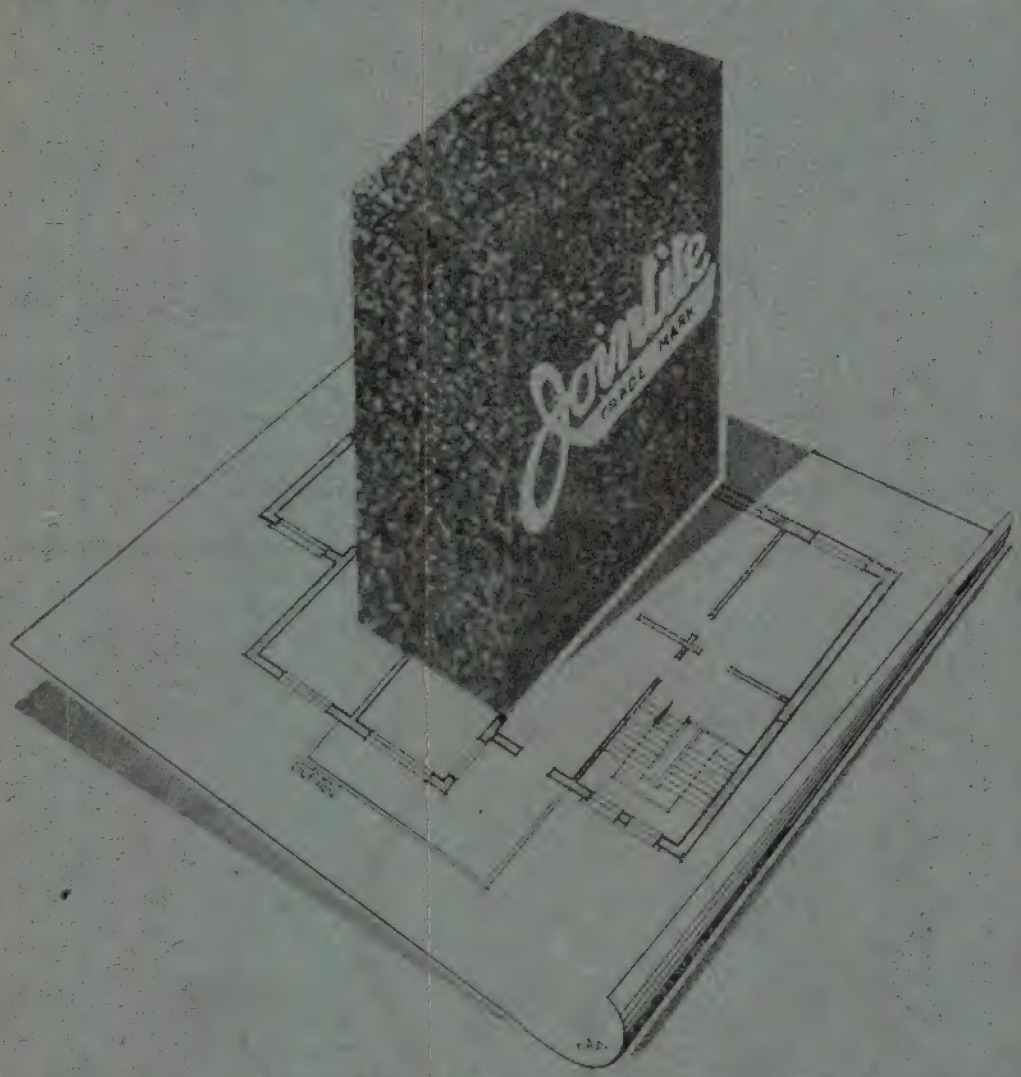




COM controle Zenith: - 92 % (7 h 17 m) de rendimento para o mesmo trabalho em 8 horas.

FABRIQUES DES MONTRES ZENITH — LE LOCLE (SUISSE)

A CORTIÇA AGLOMERADA JOINTITE É ESSENCIAL NA CONSTRUÇÃO PARA: ISOLAMENTOS TÉRMICOS, ACÚSTICOS E ANTI-VIBRÁTICOS.



MUNDET & Cª. LDA.

SEDE: SEIXAL • ESCRITÓRIOS: AV. ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 19 1.º • LISBOA

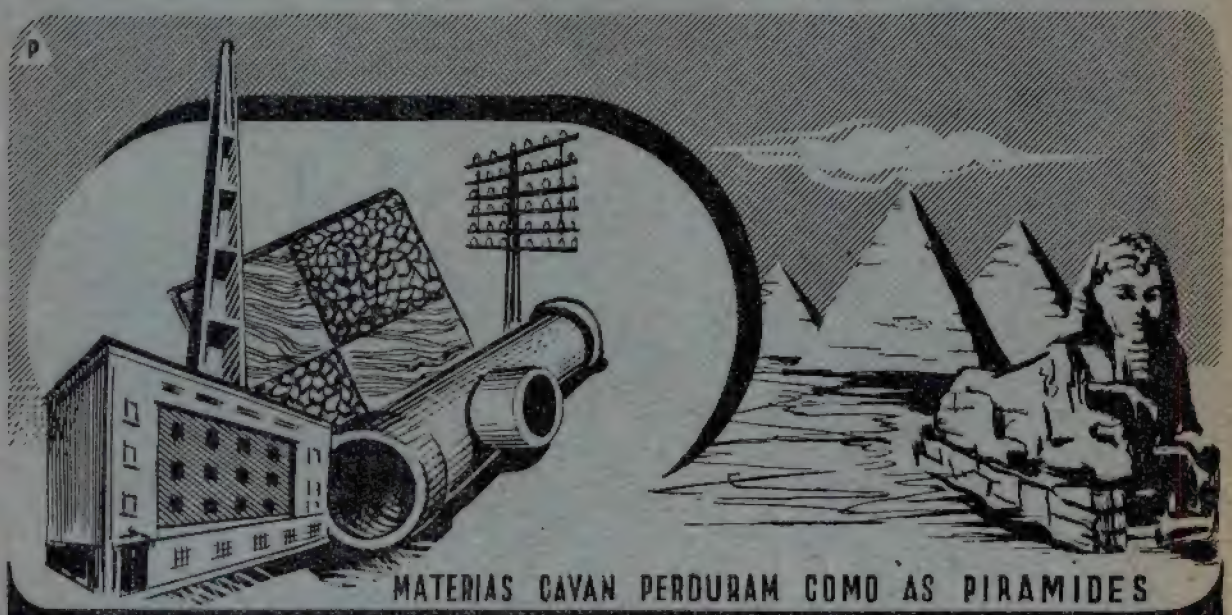
TELEFONES: 34141 - 34145 C P C A

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA



Sociedade Portuguesa Cavan

R. D. ESTEFÂNIA, 42 ~ TELEF. 47812-50129 ~ LISBOA E PORTO

escreve para todos em todo o mundo
ST.
Everest
máquinas de escrever e de calcular
AGENTES EXCLUSIVOS PARA PORTUGAL
Agência Comercial Sueca, L.da — R. dos Fanqueiros, 250, 2.º E. — LISBOA
TEL. 20353 – 32903
SERIO S. p. A. - MILANO
STABILIMENTI A CREMA

FÁBRICA DE PORCELANA DA VISTA ALEGRE, L.DA

Fundada em 1824
POR
José Ferreira Pinto Basto

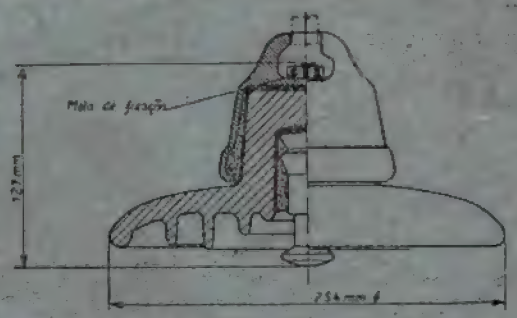
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado:
4,3 kg cada elemento



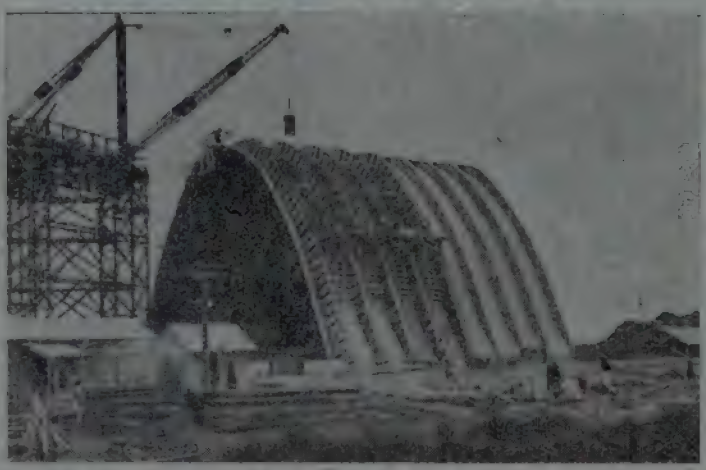
Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Lisboa — Sede: Largo da Biblioteca 17 — **Fábrica em Ílhavo — Aveiro**
Depósitos: Lisboa — Largo do Chiado 18 — **Rua Cândido Reis, 118 — Porto**

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LIMITADA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º — LISBOA — Telefone 2 2344



Silo para sulfato de amónio, de 14.000 Ton., para a U. F. A. — Barreiro

FUNDAÇÕES
BETÃO ARMADO
OBRAS PÚBLICAS

FORNOS ELÉCTRICOS PARA FUSÃO

FUSÃO RÁPIDA, ECONOMICA E CONTROLADA

— Fornos «*Birlec-Detroit*» de arco, basculantes, para latão, bronze, cobre, ligas de ferro, etc.

— Fornos «*Birlec-Lectromelt*» de arco para aço e ferro.

— Lares anteriores *Birlec* para fornos de cúpula para sobreaquecimento de ferro em fusão.

— Fornos «*Birlec-Tama*» de indução, de baixa frequência, para alumínio e ligas leves.

— Fornos «*Birlec-Northrup*» de indução, de alta frequência, para metais ferrosos e não ferrosos.

DESDE PEQUENOS FORNOS DE LABORATORIO
ATE ÀS UNIDADES DA MAIS ALTA PRODUÇÃO

BIRLEC **LIMITED**

TYBURN ROAD • ERDINGTON • BIRMINGHAM 24

AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS DE FUNDIÇAO:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

RUA DO NORTE, 5 LISBOA Telefones: 2 8135/6

AGENTES PARA OS FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS:

ALHERS, LINDLEY, L.DA

RUA DO FERREGIAL DE BAIXO, 33, 2.º — LISBOA — Telefones: 2 1321/4

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

Diferenciais eléctricos «**SWF**» de todos os tipos e para todas as aplicações

Bombas centrífugas, compressores e bombas de vácuo «**Klein, Schanzlin** e **Becker**»

Motores a óleos pesados «**SKODA**»

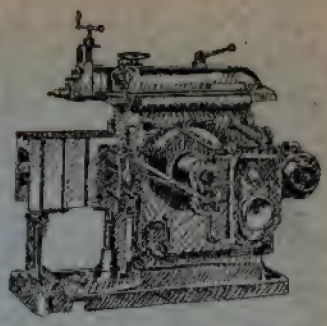
Tractores e debulhadoras «**LANZ**»

Fornos a óleos pesados e eléctricos «**Ruppmann**»

Transportadores aéreos

Máquinas para Caminho de Ferro «**Froriep**»

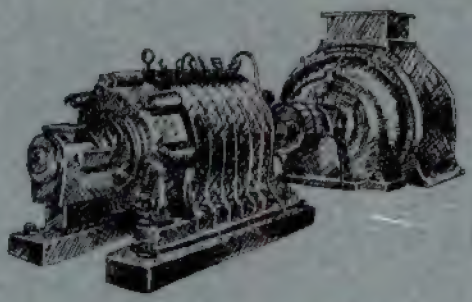
ETC.



Máquinas de soldar, eléctricas e a autogéneo

—

Ferramentas de precisão



Ferramentas eléctricas portáteis

Material para garagens e estações de serviço «**ATI**»

—

Aços finos "Roechling"

O maior depósito de máquinas, novas, do País

MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

RUA DA BOA VISTA, 45-49, 1.º — LISBOA — TEL. 6 6086

A ÚNICA FÁBRICA QUE PRODUZ TODOS OS MATERIAIS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

ISOLITE

Placas betuminosas

Mastiques de aplicação a quente

Fibromastiques

Emulsões de aplicação a frio

Litomastiques

Feltros betuminosos

Colas e tintas betuminosas

«Chattertons»

Papéis alcatroados

Fábrica Nacional de Produtos Isoladores

Guedes & Santos Silva, Lda.

LISBOA Rua de Pedrouços, 49 TEL. 38 316

Soc. do Pavimento "SIMPLEX", L.DA

Rua do Arsenal, 146, 2.º, frente

LISBOA

Telefone 21852

Lage de betão armado sem cofragem

Economia, isolamento e grande rapidez de execução

Previnem-se os nossos assinantes e anunciantes que a Revista suspende, como de costume, a sua publicação durante os meses de férias.

19941

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — R. JOSÉ FALCÃO, 185

LISBOA — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

TRÊS PROVAS CONVINCENTES

O lubrificante racional para brocas tem de suportar a acção combinada de altas velocidades, de fortes pressões unitárias e da humidade. Consequentemente, só óleos com especiais características permitem resolver o problema.

Os famosos óleos Gargoyle, são lubrificantes que vencem brilhantemente aquelas três provas.

A Secção Técnica da Socony-Vacuum dará todos os pormenores a V. Ex.ª sobre os lubrificantes GARGOYLE

1 — O émbolo desloca-se milhares de vezes por minuto em ambos os sentidos.

2 — Altas pressões entre a parte estriada da haste e o colar.

3 — Arrefecimento rápido do ar carregado de humidade.

Gargoyle Lubrificantes
SOCONY-VACUUM

GARGOYLE
SOCONY-VACUUM

2427

TÉCNICA

MANUEL AGUDO MARQUES MAIA
DIRECTOR

ANO XXVI-N.° 224 JULHO 1952

AS COMUNICAÇÕES NA POLÍTICA DO FOMENTO

PELO ENG.° DR. FRANCISCO DE PAULA LEITE PINTO
Prof. I. S. T.

C. D. 383/8

Conferência proferida em 15 de Maio de 1952 no I. S. T. e integrada no Ciclo de Conferências sobre Economia Nacional organizado pela A. E. I. S. T., com o patrocínio do Conselho Escolar.

EXCELENTÍSSIMO SENHOR REITOR
MEUS ILUSTRES DIRECTORES
MINHAS SENHORAS
MEUS CAROS COLEGAS

Agradeço a presença de V. Ex.as nesta palestra para estudantes.

MEUS CAROS ALUNOS:

Existiu, durante muitos anos, uma desconfiança mútua entre engenheiros e economistas.

Os economistas olhavam os engenheiros como homens da técnica, materialistas terra à terra, incapazes de criar uma síntese especulativa.

Os engenheiros classificavam os economistas literários — os únicos que orientavam os estudos económicos — como autênticos romancistas, criadores de obras de ficção.

Quando a economia se começou a matematizar, os engenheiros, acostumados a «controlar a sua matemática» pelas suas realizações, limitaram-se a verificar, com um certo sentimento depreciativo, que a matemática dos economistas se não adaptava às teorias gerais dos fenómenos sociais, arquitectadas pelas várias escolas económicas.

Os engenheiros esqueceram-se que no começo de qualquer matematização, as hipóteses de trabalho são fixadas, muitas vezes, por verdadeira crença. A verdade é esta: os fenómenos económicos são complexos de mais para se poderem *adaptar sempre ao mesmo modelo abstracto* e para que dele se possam isolar funções com poucas variáveis preponderantes.

Na ânsia de procurar leis, os economistas matemáticos de há trinta anos, foram atraídos por modelos simples de mais e aplicaram-lhes instrumentos matemáticos inadequados.

A simplificação em excesso pode alterar, profundamente, a realidade. Por isso a matemática está longe de ter trazido soluções gerais à macro-economia.

Por outro lado, os ramos matemáticos tradicionais, aplicados correntemente na engenharia, não são, no geral, aplicáveis à teoria económica. Nesta é mais adequado o emprego, ora do cálculo das probabilidades, ora das teorias dos conjuntos e das estruturas, ora da estatística matemática. Esta diferença de ferramental matemático não desfez a antiga desconfiança.

Há que acabar com o mal-entendido.

Pela parte do economista que pretende estudar a produção e a distribuição dos bens, deve desfazer-se o equívoco, no sentido dele procurar no engenheiro (o técnico dessa produção e dessa distribuição) o conselheiro indispensável aos seus estudos.

Não me parece duvidoso que será a matematização da economia que criará um campo de entendimento entre os engenheiros e os economistas.

Não vem longe o tempo em que se verificará uma analogia nos instrumentos matemáticos necessários às *duas técnicas.*

Pois já não existem os «engenheiros-estatísticos» ?

Pois Pierre Massé, dos seus estudos hidráulicos não passou ao seu livro «As reservas e a Regularização do Futuro na vida económica»? e daí a um prolongamento do ponto de vista Keynesiano?

Meus senhores

Foi particularmente feliz a escolha do tema geral das conferências de extensão deste ano lectivo, se tivermos em mente a conjuntura económica internacional e a posição que o nosso país nela ocupa.

Há um ano, interpretando de resto a opinião dos mais eminentes economistas, o então secretário geral da Organização das Nações Unidas afirmava que o problema do fomento económico dos países atrazados é o mais importante factor de equilíbrio da economia mundial.

Mas o que é um país atrazado? ou, como é mais habitual dizer-se, o que é um país insuficientemente desenvolvido?

Será um país pobre em recursos materiais?

Que não!

Mais uma vez a Organização das Nações Unidas, agora através dos seus peritos, afirma que, independentemente dos recursos naturais de um país, o seu rendimento nacional é susceptível de aumento, terminando por classificar como países atrazados aqueles cujo rendimento por habitante está longe do rendimento médio de um canadiano ou de um estadunidense, considerados padrões de medida.

Mesmo à luz de um critério menos exigente, Portugal é um país não evoluído, e a sua evolução terá que ser feita, tal como em todos os outros países com a mesma característica, à custa do desenvolvimento industrial.

É curioso notar que nos países em evolução económica, a percentagem da população activa ocupada na agricultura diminui progressivamente. Aumenta portanto a percentagem dos ocupados na indústria e nos serviços. O facto acontece por três razões principais:

1.ª — porque, quando os rendimentos individuais atingem determinado nível, baixa a percentagem respeitante aos gastos de alimentação;

2.ª — porque o fomento económico desenvolve a mecanização na agricultura e o emprego de técnicas mais produtivas, com dispensa de mão de obra;

3.ª — porque desaparece o desemprego mascarado que se verifica na agricultura dos países atrazados (20 a 50 %).

Afirmamos que Portugal é um país atrazado e que a sua evolução terá que ser feita custa do desenvolvimento industrial.

Mas industrializar não é, contudo, construir mais ou menos fábricas, edifícios mais ou menos aparatosos.

É estudar um plano de fomento e realizá-lo de acordo com as necessidades e as potencialidades existentes.

Convém, desde já, fixar algumas premissas:

1. *Industrializar exige, antes de criar planos de fomento, o assegurar a posse de dois elementos prévios essenciais de trabalho: energia e transportes.*

Desde que eles existam observar-se-á, à medida que o país se desenvolve, uma permuta nos estímulos: a indústria incrementará aqueles elementos e estes a indústria.

2. *Para industrializar é necessário criar escolas e centros de investigação.*

Tem-se verificado que os países mais susceptíveis de evoluir na senda da industrialização nem sempre são os ricos em matérias-primas e possibilidades energéticas, mas aqueles onde é mais elevado o nível técnico e onde existe confiança na técnica e na ciência; por outras palavras: os países onde a instrução está mais desenvolvida e espalhada, são precisamente onde se verifica maior aumento do rendimento nacional.

3. *Industrializar num país pobre e sem um governo sério, estável e forte é difícil, senão impossível.*

Só um governo com estabilidade razoável pode planear com tempo; só um governo forte é capaz de quebrar a resistência de grupos interessados.

4. *Industrializar, realizar um plano de fomento, só é possível com capitais abundantes e disponíveis a longo prazo.*

Em muitos países existe autoridade governamental forte, mas a estrutura política e social impede que os avultados capitais necessários à industrialização sejam considerados em segurança.

Mas como obter esses capitais nos países atrazados em que o fraco rendimento nacional não permite aforro suficiente?

Haverá neles, por vezes, que lançar mão de soluções de emergência como sejam: criação de capitais pelo aforro de vários anos seguidos; fornecimento de fundos pelo Estado; redistribuição de rendimento pelo empréstimo forçado; aproveitamento de fundos de natureza social e da previdência, alterando o princípio da capitalização; recurso, enfim, ao crédito internacional.

Note-se que criar condições de estabilidade política e de segurança não significa administração pelo próprio Estado. A ingerência crescente da política, principalmente da socialista, em muitas sociedades comerciais, como as de economia mista que existiram na Bélgica e na Alemanha, transformaram-nas em serviços públicos, a que o capital privado deixou de acorrer. Este, que afluía a essas sociedades quando elas eram orientadas por regras comerciais, procurou naturalmente outras aplicações.

Não julgo, de resto, possível que estes capitais se queiram alguma vez associar de bom grado a tão poderoso capitalista como o Estado, que raramente tem interesse em se adaptar ao jogo de lucros altos, incentivo necessário a todo o negócio nascente.

5. *É imprescindível a criação de bancos de crédito industrial nos países em vias de industrialização.*

Esta afirmação está justificada pelos raciocínios anteriores mas regista-se tendo especialmente em vista o caso português.

Os bancos industriais têm a função tradicional de concederem créditos a largo prazo às indústrias novas.

Cabe no entanto aqui uma observação: em muitos países atrazados vem-se verificando que os Bancos industriais tomam posições de accionistas qualificados, por vezes com capitais estrangeiros que não se quiseram utilizar como capitais obrigacionistas. Dada a sua natureza haverá assim necessidade de contrôle destes Bancos por parte do Estado.

Se tivermos em consideração as cinco premissas enunciadas, não é difícil obterem-se duas outras de maior importância:

1. Qualquer plano de fomento é, por definição, um problema de natureza económica que tem implícitos conceitos demográficos e sociais.
2. A obra de engenharia não é um fim; é um meio (por vezes o principal), para melhorar as condições de vida dos agregados humanos. A sua execução é sempre norteada pela preocupação do económico.

   O engenheiro é *um* dos técnicos de um plano de fomento no desenvolvimento de um país.

Torna-se deste modo evidente a necessidade do económico penetrar cada vez mais na formação dos engenheiros portugueses e, por isso, necessário que ao ensino da Economia seja dada uma situação de destaque no plano de estudos das nossas escolas superiores de engenharia.

Parecem-me agora justificados os parabens que logo no início desta palestra dirigi à Associação dos alunos, tanto mais que temos a ajuda de distintos economistas portugueses a analisar mais de perto um programa que mão de mestre delineou.

Não deixa de ser oportuno destacar que para a maioria dos engenheiros o problema económico se reduzia muitas vezes a uma pergunta demasiado simples: *quanto custa?* Mesmo quando ia mais longe limitava-se quase sempre a outra pergunta: *quanto rende?*

Ora na realidade as duas perguntas traduziam amiúde deploráveis confusões entre os aspectos económico e financeiro e entre os conceitos de riqueza e dinheiro, capital e tesouraria.

E no entanto o engenheiro estava, como está, apto, como poucos, a compreender e a penetrar nos domínios da Economia!

Talvez não sejam despropositadas algumas referências:

Em 1819 o Consérvatoire des Arts et Métiers, que era um museu de máquinas, inaugurou as suas funções docentes com três cadeiras: matemática, química e economia política, esta a cargo de Jean Baptiste Say que havia modificado as suas concepções teóricas ao ter contacto com as realidades da indústria têxtil nascente então.

Em 1846 criou-se a cadeira de economia na Ecole des Ponts et Chaussées; em 1848 a da Ecole des Mines, de Paris. Só em 1878, isto é 30 anos mais tarde, se criaram, as cadeiras de economia nas escolas de direito e de estudos sociais.

Lembro, também, que por dezenas se contam os chefes de fila que da engenharia se transladaram para a economia ou que, não sendo engenheiros, foram buscar à técnica e aos transportes, experiência e argumentos para alicerçar as suas teorias.

Dupuit e Colson dos franceses, Pareto dos Italianos, List e Launhardt dos alemães, são exemplos entre mil, nas épocas passadas.

Actualmente, quando a Economia se matematiza, contam-se por centenas os engenheiros que trazem a esta ciência problemas equacionados ou resolvidos que não tardarão a ser sintetizados em novos princípios científicos.

A Economia pura, a Economia racional, a Econometria, a Economia analítica, a Economia operencional, são dísticos de novas sendas abertas por engenheiros ao serviço do económico.

A fim de continuarmos o nosso estudo, convém resumir alguns factos geralmente aceites, outras premissas sobre as quais assentarão os nossos raciocínios futuros:

1. *A utilidade de uma obra de fomento não depende sòmente das suas características técnicas, mas principalmente da sua exploração económica.*

A afirmação está implícita no que dissemos até agora mas convinha registá-la ostensivamente para que seja melhor lembrada.

Mas a exploração económica é um problema de administração e não um problema de engenharia. Esta está ao serviço daquela.

Diz Dexter Kimball que quase 30 % das falências das indústrias norte-americanas são devidas à incompetência económica dos administradores...

Quer dizer, não basta ser engenheiro para ser administrador.

Pondo de parte aqueles — raros e por isso celebrados — que possuem um sexto sentido dos negócios, um administrador necessita duma boa formação económica.

Depois... depois, só existe uma maneira de se tornar bom administrador. É administrando...

Só o contacto com as realidades nos mostrará o valor daquela formação, onde entra muito da experiência de muitos...

2. *O custo da produção de uma instalação, mecânica e normalizada, diminui com o volume produzido.* Pode dizer-se — salva a dimensão da empresa — que varia sensìvelmente na razão inversa da raiz quinta desse volume

$$C = A \cdot V^{-\frac{1}{5}}$$

O coeficiente A é constante para uma unidade fabril imutável, mas póde também modificar-se pela variação do grau de utilização da utensilagem, do método de trabalho e fabrico, do grau de rigor da produção, do capital de maneio, da manutenção ou manejamento interior dos materiais, etc.

3. *Qualquer plano de fomento tem de incluir um estudo dos transportes capazes de assegurar, primeiro a execução do plano, depois a exploração económica da actividade.*

Há que contar, no custo dos transportes, com o custo da manutenção e dos transportes internos do próprio transporte, principalmente quando se trata da exploração, onde este custo parcelar pode ser extremamente elevado.

Nunca é demais chamar a atenção para a necessidade de reduzir os transportes internos das actividades económicas.

4. *Um plano de fomento industrial não pode ser separado de um plano de fomento agrícola.*

Em Portugal as actividades económicas da agricultura, da indústria e dos serviços têm de ser coordenadas, ligando-se intimamente os planos metropolitanos e ultramarinos.

Isto importa colaboração estreita de técnicos, economistas e financeiros e exige que todos esses técnicos (entre eles os engenheiros) adaptem as suas soluções à Economia.

Afirmei logo no início que qualquer país que pretenda industrializar-se necessita, antes de executar os planos de fomento, de assegurar a posse de dois elementos prévios essenciais de trabalho: energia e transportes.

Vamos falar destes.

Foi-me distribuído o sub-tema muito geral «Comunicações na Política de Fomento» que dava, como todos os aqui versados, para um curso.

Limitar-me-ei, por isso, a aflorar, dentro da generalidade do tema, alguns pontos essenciais.

Há poucos meses, um professor de Montreal punha em destaque, em revista categorizada, o prodigioso desenvolvimento económico do Canadá, precisamente um dos países indicados como dos mais desenvolvidos.

É realmente, assombroso.

Do nada de há trinta anos, o Canadá tornou-se o primeiro exportador mundial de minérios não ferrosos, o primeiro produtor de níquel, platina, amianto e rádio; o segundo produtor mundial de urânio, alumínio, ouro, cadmio e chumbo; o terceiro de cobre, zinco e prata.

No seu conjunto a produção mineira tornou-se neste período 15 vezes maior e as exportações aumentaram ainda mais.

Também cresceu, com o factor 8, a produção agrícola.

Quanto às indústrias florestais, o Canadá é hoje o primeiro produtor e exportador de pasta de papel.

O Canadá passou, de repente, do estadio agrícola a uma fase de expansão industrial, com modificação profunda da estrutura económica e do nível de vida.

O Domínio Canadiano é hoje o 3.º exportador e o 4.º importador no mundo. *Per capita* é, porém, o primeiro.

Ora este resultado assombroso é devido, antes de tudo — afirma o Dr. Muhn — não à riqueza natural, não aos recursos em energia eléctrica, não aos capitais nacionais e estadunidenses, mas aos transportes!

Sobre um território fracamente populado, mas tão grande como a Europa, só a vasta rede ferroviária, tornou possível a política de fomento que levou à extraordinária transformação.

Os Estados Unidos da América do Norte foram definidos como «o caminho de ferro em acção». Pois a Confederação Canadiana deve também a sua unidade política [1] e o seu desenvolvimento económico ao caminho de ferro.

«The railway found Canada scarcely a geographical expression and made it a nation» — escreveu o historiador Oscar Skelton.

O caminho de ferro tem no continente da América do Norte o seu «clima» ideal: grandes distâncias, grandes massas a transportar.

O que tão espectacularmente se está verificando no Canadá, foi corrente no século passado, por toda a parte.

Pois não escreveu um autor responsável, que as moedas inglesas da época vitoriana deviam ter, não a efígie da rainha-imperadora, mas a imagem de uma locomotiva?

O mesmo se continuará a verificar, porquanto dependem das comunicações e dos transportes todas as características da nossa época industrial: a especialização na produção por forma a produzir-se em massa; a concentração industrial e urbana; a localização das indústrias em função do custo da produção.

É o que vamos ver.

Quando se fala de transportes industriais pensa-se quase sempre no aspecto macroscópico do problema: o transporte de matérias-primas, energia e combustíveis para os locais de transformação e o transporte dos produtos para outros centros de transformação ou para os locais de consumo.

Esquece-se, assim, o aspecto microscópico do problema que respeita à *circulação interna* de materiais e produtos, isto é, às transferências dentro da própria unidade, distribuição por armazéns e secções, num amplo, e por vezes complexo, deslocamento, desde as entradas às saídas.

Este aspecto do problema é relativamente fácil de solucionar nas indústrias de laboração contínua, mas é condicionado por inúmeras variáveis quando se trata de laboração intermitente.

Limitamos, por simplicidade, o nosso reaciocínio à produção industrial, mas é evidente que ele se aplica à agricultura e, até, aos serviços.

Toda a actividade económica necessita de ser coordenada nas suas diferentes fases, por forma que elas se sucedam com o menor dispêndio de esforço, de mão de obra, de energia, de espaço, de utensilagem, de capitais e de tempo.

O custo de produção depende, em grande parte, da coordenação das diferentes fases de fabrico.

Ora a indústria portuguesa, nasceu e tem crescido sem grandes preocupações a tal respeito. Poucas são as nossas unidades fabris que foram planeadas tendo em vista aquelas economias.

É erro pensar-se que os grandes edifícios e os grandes espaços são indispensáveis aos fabricos eficientes. *Projectar com larguesa,* fórmula corrente e justificada em muitos sectores de engenharia, não tem, em geral, significado económico na indústria.

De facto, não devem existir *espaços perdidos;* todas as dimensões e todos os espaços têm de ser projectados de maneira que o *arranjo interno* ou arrumação dos vários maquinismos, conduza a um custo mínimo.

Cada arrumação de máquinas, corresponde a «tempos» diferentes para as várias fases do fabrico.

---

[1] Lembremos que o Art. 145.º da primeira Constituição Canadiana impunha a construção a prazo, do caminho de ferro de Halifax e que as entradas, sucessivas, na Confederação, da Colombia Inglesa, da Alberta e de Saskatchewan, foram motivadas pela construção de caminhos de ferro.

Cronometraram-se os vários «tempos» com diferentes arrumações-tipo: encontraram-se dispersões de 15 a 80 % a partir dos valores médios.

Verificaram-se em muitas indústrias, em que foi possível novo arranjo interno das instalações fabris, diminuições do custo de produção que atingiram 45 %.

Estes números mostram a importância do problema que deve ser equacionado diferentemente, conforme se trate de produção por peças, de produção padronizada de diversos modelos ou de produção em massa de um só modelo.

Se a unidade fabril produzir grande variedade de produtos, as suas máquinas devem-se agrupar por processo de fabrico, por forma que cada um dos departamentos da fábrica seja composto por máquinas análogas.

Se a unidade fabril produzir continuadamente e em massa (e é este o tipo a aconselhar em planos de fomento), o fabrico é, necessàriamente, em cadeia.

Cada cadeia ou linha de fabrico (se houver mais que uma) é um departamento que engloba todas as fases de fabrico.

As máquinas que se sucedem na linha devem ter capacidades e ritmos coordenados.

Esta característica de uma cadeia planeada convenientemente, deve apresentar a elasticidade bastante para que o sistema da linha de fabrico se adapte à produção de poucos modelos padronizados, embora o custo de produção possa subir.

Nas fábricas, *a arrumação interna* (ou «lay out») é fundamental, porque procura reduzir a *manutenção* (cargas, descargas, baldeações, escolhas) e o *transporte interno* de matérias-primas e produtos sucessivos.

Os «tempos» ocupados pela manutenção e pela transferência de materiais, de fase para fase, são quase sempre muito mais elevados que os «tempos» do próprio fabrico.

O total dos «tempos» durante os quais os materiais sofreram modificações poucas vezes excede 15 % do período total da produção, entre os estadios inicial e final.

O custo da movimentação dos materiais dentro da fábrica oscila entre 5 % e 80 % do custo da produção. A média, nas fábricas bem arrumadas, é de 22 %.

As experiências em fábricas dos mesmos produtos mas diferentemente arrumadas, mostraram que o custo de alguns produtos fabricados por peça é, sensivelmente proporcional ao custo dos transportes internos.

Nas grandes indústrias, por cada tonelada de produto acabado, movimentam-se, em média, a várias distâncias, cerca de 50 toneladas de materiais.

Clark calculou que nos Estados Unidos, a indústria gasta em transportes internos 80 % do que gasta em transportes ferroviários externos e em correios.

Ora, nos Estados Unidos, transportou-se, em 1948, 10^{11} toneladas $\times$ km de mercadorias *industriais*.

Estes outros números são bastantes para se verificar a grande importância, num plano de fomento, do estudo dos transportes internos, incluindo a manutenção, isto é, cargas, descargas, escolhas e baldeações.

A manutenção tem de ser estudada por forma que absorva o menor dispêndio e se possa transformar numa rotina industrial.

Os grandes progressos introduzidos na indústria, nos últimos dez anos, são exactamente devidos ao planeamento da manutenção e dos transportes interiores, e, ainda, à normalização e ao Controle Estatístico da produção em série.

Os soldados de Monsieur Jacques de la Palisse seriam capazes de afirmar que a maior economia no transporte se traduziria quando... não se transportasse o produto...

É, porém, esta verdade ingénua que enforma todos os estudos sobre o arranjo interior e, portanto, sobre o manejo ou manutenção dos materiais nas unidades fabris.

As operações de fabrico, mesmo quando este se realiza em linha, devem ser combinadas de maneira a reduzir ao mínimo os transportes internos.

Depois, uma outra verdade de La Palisse será a de poupar energia, isto é, utilizar a gravidade sempre que seja possível.

O planeamento deve ser feito para o *conjunto* da utensilagem e do manejo e transporte que ela exige. Deve adoptar-se o sistema de transporte mais barato e não aquele que pareça mais técnico. Onde uma caleira pode assegurar um transporte, não se empregará um funicular eléctrico ou uma conduta pneumática.

À beira de um plano de fomento nacional devemos lembrar-nos de uma recomendação de Hagemann: Uma instalação é eficiente e económica, quando a sua arrumação interna obedecer ao princípio da maior utilização da utensilagem, com o menor custo para os transportes interiores.

Falámos, por facilidade de raciocínio, das instalações fabris. A importância dos transportes internos é, porém, enorme em qualquer actividade económica.

Nos próprios caminhos de ferro, a manutenção das mercadorias nas estações é, sem exagero, problema número um.

O apetrechamento das estações com meios mecânicos para carga, descarga e transbordo, pode ser amortizado em menos de três anos.

A redução importante dos tempos de paragem dos combóios de G. V. conta por um terço nessa amortização.

A arrumação interna das estações traz tantas economias que, muitas vezes, se justifica uma nova disposição de edifícios e linhas!

Como corolário do que acabámos de dizer sobre transportes interiores, concluiremos que há todo o interesse em planear os aglomerados industriais, por forma a concentrar as unidades fabris complementares ou relacionadas.

Uma zona industrial não deve ser um sítio onde se amontoam, à toa, indústrias quaisquer.

Em muitos países existem Repartições de Urbanização Industrial, ligadas ao Comissariado do Fomento Nacional que têm por fim orientar a localização eficiente das indústrias dentro das cidades. O assunto está também intimamente ligado com o dos transportes urbanos e a situação dos bairros operários, pois há que evitar viagens longas, fatigantes e dispendiosas.

Nas cidades bem planeadas, sob este ponto de vista, o operário não deve gastar em transportes mais de 3 % do seu salário. É o que acontece com o sistema dos bairros-jardins industriais. Em cidades antigas e sem planeamento da localização industrial, o operário chega a gastar em transportes 15 % do seu salário.

Em algumas cidades em pleno desenvolvimento, não tem sido possível fazer mais de que marcar a cor uma «zona industrial» sobre a planta cidade, e vender terrenos.

Algumas vezes, os recursos naturais impõem o local da actividade económica. É o caso das culturas que se adaptam a determinados solos e climas, o da construção de determinados portos, o da exploração das minas.

Na maior parte das vezes, porém, o local da actividade é escolhido tendo em vista o êxito do negócio traduzido em lucros.

Deve, mesmo, obedecer ao princípio do máximo lucro, lucro umas vezes imediato, outras vezes potencial.

A determinação do lucro possível, levará em conta as seguintes parcelas:

1.ª) — Custo das matérias-primas e outros abastecimentos, incluindo combustíveis e energia;

2.ª) — Transportes de todos estes abastecimentos;

3.ª) — Custo de fabrico, incluindo as despesas com a instalação e os transportes interiores;

4.ª) — A distribuição dos produtos fabricados, incluindo os transportes.

É claro que a importância relativa destas quatro rubricas e das suas possíveis sub-rubricas, depende do género da actividade económica.

Os centros abastecedores, produtores e consumidores aparecem, assim, relacionados e a determinação do local adequado pode ser, e é frequentemente, problema complexo e com mais de uma solução aceitável.

Acontece, até, que, por vezes, a interdependência da produção com o consumo pode alterar os dados do problema, pois a «localização» do consumidor pode ser modificada pela localização da actividade económica.

Em muitas actividades, principalmente na indústria, a importância do transporte pode ser primordial, por atingir valores muito superiores ao do custo da laboração e abastecimentos.

Mesmo a determinação do custo dos transportes, pode não ser fácil, em virtude das possíveis disparidades dos volumes, pesos e classes das mercadorias que entram e saiem, das distâncias diferentes dos centros abastecedores e dos mercados consumidores, das correntes de tráfego privilegiadas, dos meios de transporte utilizados, etc.

Esse custo pode, também ser influenciado pelo caudal da produção, porquanto o preço da *transferência* das mercadorias diminui, em regra com o aumento das quantidades, mas pode, ao contrário, aumentar, a partir de volumes que não possam ser evacuados pelo meio de transporte mais barato, já por este se encontrar saturado, já por só funcionar intermitentemente.

O transporte de mercadorias pode ser feito por via marítima ou fluvial; por caminho de ferro ou por a estrada; por condutas forçadas ou por funiculares; excepcionalmente por via aérea ou pelos mais antiquados meios de transporte.

Só se enunciam os principais meios de transporte, sem mesmo referir, dentro de cada um deles, as várias modalidades que podem revestir. No conjunto da indústria mundial e dentro dos continentes, o caminho de ferro assegura hoje, mais de 60 % dos transportes industriais. No continente americano do norte e nos países de grande indústria, assegura, mesmo, cerca de 70 % desse tráfego, porque o caminho de ferro é, nesses países, o meio de transporte mais barato para remessas de vagão completo a distâncias inferiores a 500 quilómetros e superiores 50 quilómetros.

Nos Estados Unidos o transporte por estrada concorre com o caminho de ferro em distâncias inferiores a 75 quilómetros e os rios e canais em distâncias superiores a 600 quilómetros. Em países de produção industrial reduzida a camionagem pode bater o caminho de ferro em distâncias inferiores a 150 quilómetros. No serviço de «remessas de detalhe», bate-o a distâncias maiores.

O transportador pode ter interesse em estabelecer, num dos sentidos, preços tarifários inferiores ao custo da sua exploração e essas «tarifas» de retorno, correntes nos fretes marítimos, podem ser decisivas na escolha da localização.

Por todas estas razões se verifica que as distâncias quilométricas, tal qual os volumes, podem ser secundários; o que importa são os custos de transferência obtidos por «tarifas» ou por acordos especiais.

Não há mobilidade perfeita dos factores produtivos. Se houvesse, poucas seriam as localizações privilegiadas.

Tanto a mão de obra como o capital possuem certa «viscosidade» a mover-se.

Supondo que não existem problemas especiais para o recrutamento da mão de obra, supondo que não existem reflexos directos da localização sobre a própria produção, supondo que são correntes as relações com a Administração Pública e com a Banca, pode determinar-se aproximadamente, por métodos matemáticos elementares, a situação ideal para uma instalação.

Naquelas hipóteses a localização depende, essencialmente, dos transportes exteriores.

Podemos dar uma ideia sucinta começando por um modelo muito simples, poucas vezes realizável: o de um produtor (ponhamos uma fábrica) que consome uma única matéria-prima vinda de um único centro fornecedor, fabrica um único produto e vende-o num único mercado.

Existem, assim, apenas dois preços tarifários. O desejo de redução do custo de transporte da matéria-prima leva a aproximar a fábrica do centro produtor da matéria-prima; a necessidade de redução das despesas de distribuição leva a aproximar a indústria do mercado.

A melhor localização é aquela que corresponde à menor soma dos dois custos, isto é, ao mínimo da função $t(x) + \varphi(x)$ soma das duas curvas que se ajustam aos diagramas dos preços tarifários *correspondentes às totalidades transportadas*. Em geral, se os preços tarifários não são dispares, a localização óptima será ou na fonte da matéria-prima ou no mercado, conforme os pesos perdidos no fabrico são ou não são importantes.

Em geral, numa primeira fase da industrialização, verifica-se a vantagem de instalar a fábrica junto às matérias-primas. Para indústrias mais evoluídas é vantajosa a proximidade do mercado.

Num modelo já mais complicado, suponhamos um vasto mercado (um país, por exemplo) de um mesmo artigo fabricado por vários produtores, cada um ligado a uma fonte de matérias-primas.

Cada ponto do mercado comprará ao produtor para o qual for menor a soma do preço de venda com a do custo da distribuição.

Se o preço de venda é o mesmo (e isto é corrente nos polipólios de venda) é o custo do transporte que decide da área do mercado de cada produtor. O país apresentar-se-á dividido em zonas de mercado com linhas de fronteira que serão determináveis matemàticamente se os preços tarifários forem função, apenas, da distância.

Se não existir um monopolista dos transportes, os vários meios de transporte entram em concorrência: em vez de linhas fronteiras rígidas, existem faixas de transição, quer dizer sobreposição parcial de mercados.

Em virtude da concorrência dos transportes, pode acontecer que dentro das zonas de mercado de um determinado produtor existam enclaves pertencentes ao mercado de outro. É o caso, por exemplo, de um artigo produzido em Setúbal que pode ter assegurado o mercado do Porto em detrimento de um produto originário da Figueira, porque o primeiro vai por mar, em fretes de retorno e o segundo só pode ir pela estrada ou pelo caminho de ferro, vias mais caras.

Este pode ser um exemplo típico da forma como os transportes podem decidir as zonas do mercado.

O mesmo diríamos para um modelo hipotético com várias zonas de abastecimento.

A sobreposição de mercados ou de zonas de abastecimento leva o transportador a tornar os seus preçários mais maleáveis.

É o caso dos sistemas de preços por zonas, de preços para ou a partir de pontos básicos com reexpedição e, até, o sistema de preços uniformes, tal qual as tarifas dos correios. Esta última forma de proceder é a única que o transportador de serviço público

deve adoptar, por vezes, se desejar obedecer ao princípio fundamental de não dar *preferência indevida.*

Basta o enunciado destes modelos simples, para se verificar o papel preponderante que o transporte tem na política do fomento.

Anderson afirma que o transporte foi nos Estados Unidos o factor mais importante na determinação das áreas de mercados. Milhentas actividades económicas não se podem iniciar por dificuldades de transportes, outras fracassam por insuficiência de protecção tarifária que, ajustada noutros moldes, poderia ser, também, vantajosa para o transportador.

Este facto, tanto no transporte de mercadorias como no transporte de energia, da água e das telecomunicações levou a estudos de tarifas de custo marginal, ligados por outro lado, ao facto do caudal transportado variar periòdicamente.

A procura não é constante e certa, nem sequer tem fracas oscilações em torno de valores médios. O fenómeno é mais patente na distribuição da energia. Às necessidades do consumo variam durante o dia, variam no decorrer da semana, dos meses e dos anos, conforme as exigências da vida social.

Os cronogramas dos consumos da energia, da água, do gás, das chamadas telefónicas, são elucidativos.

O regime das tarifas de pontas, variadíssimo, não leva ao equilíbrio do caudal produzido e do caudal consumido.

O regime das tarifas de preço marginal é estabelecido por forma que, a partir de um certo volume produzido e escoado, cada produção eventual será equilibrada apenas pelo seu custo.

Este novo conceito, interessantíssimo, levaria, porventura a localizações diferentes de determinadas indústrias.

Não o podemos aprofundar numa palestra com um tema tão geral.

Os pequenos empresários localizam-se a seu belprazer ou orientando-se por critérios pessoais que nada têm com uma previsão de custos. Às vezes por simples disponibilidade de local; não é deles que curam os planos de fomento.

No nosso País têm-se localizado indústrias por «bairrismo» ou, melhor, por «patriotismo local». Também muitas das nossas fábricas se conservaram nos locais das oficinas familiares que lhes deram origem, oficinas essas que nasceram no tempo da pequena indústria condicionada à roda hidráulica.

Também uma empresa importante, uma vez localizada, tende a manter-se no mesmo sítio por largo tempo. A sua transferência não é fácil porque levanta variadíssimos problemas como os ligados às instalações, maquinaria, mão de obra, abastecimentos, facilidades bancárias e mercados.

Por isso nunca é demais a comparação de alternativas possíveis.

No entanto, as condições determinantes da localização, variam no tempo, quer pelo crescimento e deslocação das populações, seja por alterações nas técnicas de fabrico e nos meios de transporte, ou das suas tarifas, já pelas disponibilidades de matérias-primas e energia, ou pela fiscalidade ou regime legal de trabalho ou condições de salubridade.

Num inquérito feito à indústria inglesa verificou-se que 50 % das fábricas teriam vantagem em ser transferidas.

Porém, só uma percentagem mínima destas fábricas tinha estudado a sua localização. A transferência desta impunha-se por modificações de meios de transporte tanto por mercadorias como e principalmente de energia.

O problema da transferência da actividade económica pode levantar problemas políticos, porque o deslocamento de uma empresa pode ser econòmicamente vantajoso para a economia privada e ser pernicioso para a economia nacional.

É o caso do esgotamento de recursos naturais ou do aparecimento de outras zonas mais ricas em recursos análogas.

Os Governos têm então de decretar medidas de estabilidade por forma que o volume do emprego não sofra.

Nos planos de fomento tem de se estudar a localização tendo em vista possíveis taxas de crescimento da indústria e da população, não esquecendo as perturbações que o deslocamento de uma indústria pode trazer às indústrias correlacionadas.

No caso da concorrência de zonas mais ricas estrangeiras há que adoptar política de reduções e isenções de impostos ou, mesmo, subvenções. Porém, a primeira medida é a do estabelecimento de tarifas protectoras que assegure o transporte económico.

Em países de largos recursos espalhados pelo seu território, é conveniente *dimensionar* as indústrias em relação às zonas de mercados. Desta forma, não só a exploração não é exaustiva, como se poupa nos transportes.

Este problema pode levar à auto-suficiência regional, reduzindo o grau de especialização económica dos diferentes centros populacionais e, portanto, atenuando o contraste entre o rural e o urbano.

Conduz-nos imediatamente ao debatido problema da concentração e da descentralização industrial.

O problema é tão complicado que pode ser resolvido diferentemente à escala regional (dispersão e disseminação industriais) e à escala nacional. Nos dois casos há que contrapor vantagens e inconvenientes de ordem social e respeitantes à mão de obra. Em certos casos podem resolver-se dificuldades de mão de obra pela adopção de maquinaria de controle e reforço do controle.

Tem-se procurado um critério de descentralização com base nas horas de trabalho e na inergia integradas numa tonelada de matéria-prima. Verifica-se, porém, que quase sempre o intervenção do transporte é preponderante.

É de todos sabido que foi o caminho de ferro que permitiu a concentração industrial e, portanto, a fabricação em massa.

Estão ditas e reditas as vantagens de tal fabricação, hoje ampliadas pela normalização e pelo controle estatístico de qualidade.

Através de um fabrico em série, normalizado e controlado, tem-se conseguido custos de produção que permitiram uma divulgação e vulgarização dos mais variados artigos.

Está, porém, provado que a lei dos custos decrescentes, que enunciei, no princípio desta palestra, como facto basilar, é como quase todas as leis económicas, uma lei assintótica e limitada pela dimensão da empresa.

Quando a unidade fabril é pequena, embora mecanizada, normalizada e controlada, o caudal de produção não pode ser grande e, por isso, a baixa relativa máxima do custo de produção é ràpidamente atingida.

Pode dizer-se que nas empresas pequenas é muito difícil forçar a produção normal por forma a baixar de 20 % do custo da produção.

As empresas grandes têm outras possibilidades e a sua produção pode ser forçada em maiores percentagens da produção normal.

Parece, por isso, que existe grande vantagem na concentração económica das indústrias.

Acontece, porém, que, a partir de certas grandes dimensões, o ritmo do abastecimento e a regularidade da marcha dos maquinismos podem ser gravemente atingidos.

Em caso de guerra, as grandes unidades são vulneráveis e a sua destruição pode ser irreparável.

Há, porém, uma razão primordial que nos leva a reduzir a dimensão das unidades fabris: é o custo da distribuição. É, as mais das vezes, preferível abastecer um mercado vasto com vários centros produtores porque se poupa no transporte dos produtos acabados.

Quer dizer: o caminho de ferro (e depois dele os outros meios de transporte em massa) levou à concentração industrial e é ele mesmo que aconselha, a partir de certos limites, a descentralização industrial.

Nos países de alto nível industrial têm-se verificado que as transferências de grandes unidades foram acompanhadas por descentralização, aproveitando-se esta às vezes para especializar as unidades mais pequenas que substituem as maiores, transferidas.

Um plano de fomento exige, por isso, que se estabeleçam as dimensões das empresas, tendo em vista as zonas a abastecer e, consequentemente, o custo dos transportes.

Esta determinação é um problema delicado que exige o conselho de engenheiros especializados, tanto nos fabricos, como no aproveitamento dos maquinismos, como nos meios de transporte possíveis.

Nos grandes países industriais, verificou-se que o aumento do volume de mercadorias e da capacidade dos meios transportadores, bem como a redução dos prazos de entrega, levaram à diminuição dos custos tarifários reais.

Esta diminuição tem sido patente no caminho de ferro e na navegação fluvial, quando as distâncias são grandes, porquanto estes meios de transporte podem hoje apresentar um preço de Ton. × Km reduzido, em virtude da potência crescente dos seus engenhos tractores permitir a constituição de combóios de grande capacidade.

São hoje correntes no continente da América do Norte combóios, de vagões ou de batelões, com 2.000 toneladas.

Este facto tem travado a descentralização.

Na Europa compartimentada, as distâncias são menores. O transporte rodoviário, com menos encargos terminais, adapta-se melhor a uma indústria de dimensões médias e à constituição das cidades de crescimento chamado «explosivo», por estarem os seus arredores pulverizados com pequenos aglomerados.

Manifesta-se então uma concorrência dos meios de transporte que favorece a descentralização.

Ao falar de descentralização poderia referir que ela está implícita na actividade das indústrias rurais e de interesse geral, estas intimamente ligadas a quase todos os núcleos populacionais.

Apesar da importância destas pequenas actividades industriais no equilíbrio económico do país, julgo que o seu planeamento poucas vezes se justifica. O livre jogo dos interesses privados resolverá em grande parte da sua criação e localização.

Às vezes o mercado nacional é insuficiente para justificar uma indústria em grande escala. Porém, a importância de algumas destas indústrias é tão grande que obriga a construção de uma fábrica dentro do território nacional.

Ela é, portanto, construída, contando-se com a exportação.

O estudo da localização deve, então, levar em conta as possibilidades de exportação, isto é, considerar um ou mais pontos de escoamento para os mercados externos.

Durante muitos anos menosprezou-se esta faceta do problema, o que foi um erro profundo. Estudaram-se as influências sobre as exportações, dos acordos aduaneiros, económicos e monetários; levou-se em conta a política dos contingentes, de facto muito importantes, mas não se olhou para a localização da indústria e, portanto, para o custo dos transportes de distribuição.

Ora a verdade é que uma empresa que produz artigos de exportação tem a sua localização especialmente condicionada pelos transportes nacionais e internacionais.

Todas as fronteiras dificultam, por razões várias, as transacções.

Os transportes também são atingidos, já por dificuldades de transmissão de veículos de carga, já por diferenças técnicas nas vias de comunicação e no regime de exploração.

As linhas isótimas deformam-se ao chegar às fronteiras, devido às despesas acessórias que aumentam o custo do transporte, reduzindo as áreas do mercado.

Influência análoga poderão sofrer as indústrias que importam matérias-primas. Se não for possível qualquer entendimento internacional, justificam-se preços tarifários especiais no sentido das fronteiras, prémios à exportação de produtos e direitos alfandegários tanto à importação dos produtos congéneres estrangeiros como à exportação de matérias-primas.

Quando as indústrias não são protegidas por qualquer destas formas (pelo menos nos primeiros anos de laboração) devem ser protegidas no sentido do alargamento do seu mercado nacional.

Muitas das fronteiras são marítimas e nelas se levantam além de quase todas as dificuldades das fronteiras terrestres, as que são motivadas por inevitável transbordo, ou por condições específicas do transporte por mar.

Neste campo vastíssimo há que limitar as presentes considerações a dois a três pontos que interessam sobremaneira ao nosso tema geral.

Às empresas especializadas que em terra asseguram os transportes, corresponderam no mar, a outra escala, marinhas mercantes de nações que se tinham especializado no transporte marítimo das mercadorias de todo o mundo: a Inglaterra, a Noruega, a Holanda e a Grécia.

Estas nações «exportavam transportes» e «importavam divisas». Existiu então o sistema de fretes preferenciais que protegia essas marinhas e determinados portos.

Esta situação de exclusivismo, levou, por exemplo, a agricultura dos Estados Unidos a cair em marasmo quando no fim da primeira guerra mundial se verificou a rarefacção dos barcos europeus.

Em seguida coube a vez à indústria americana e de outros países que estavam dependentes da oferta de navios das tais potências especializadas no transporte por mar. Estes factos, ricos em ensinamentos no que respeita a segurança económica, aliados sempre a necessidades político-militares e, muitas vezes, a um esforço no sentido de melhorar a balança de pagamentos, levaram a generalidade dos países a constituir marinhas mercantes próprias, por forma a tornarem-se independentes da navegação estrangeira.

Os Estados Unidos atingiram ràpidamente 27 milhões de toneladas brutas, das quais cerca de 10 milhões estão imobilizadas, em reserva.

A Inglaterra tem o segundo lugar, com 18 milhões e meio; a Noruega o terceiro com quase 6 milhões.

A França, a Holanda e a Itália andam à roda dos 3 milhões de toneladas brutas, o que não impediu que a França pagasse, a outros, em 1950, cerca de 115 milhões de dólares de fretes.

A Suécia, o Japão e a Rússia seguem-se na lista dos maiores.

O total mundial orça pelos 88 milhões de toneladas brutas, dos quais a quinta parte é de navios tanques; atingirá, em poucos anos, 100 milhões, pois nunca no mundo se construíu tanto como agora.

A Inglaterra, que tem a seu cargo 42 °/₀ da construção naval do mundo, não conseguirá nos próximos quatro anos satisfazer as encomendas que lhe foram feitas.

Portugal, com territórios ultramarinos que convém ligar estreitamente, aproveitando a experiência da última guerra, conseguiu construir uma frota, já notável, de cerca

de 400.000 toneladas brutas, que no entanto ainda não corresponde às nossas necessidades globais de transporte.

Pena é que a deficiência das instalações portuárias das nossas províncias ultramarinas invalide em grande parte o progresso das características dos nossos barcos.

Tem de se olhar para elas com o mesmo cuidado com que se deve estudar o problema do arrumo interior e do transporte interno das instalações fabris.

Verifica-se uma evolução na utilização dos navios portugueses que em 1951, além de evitar o pagamento de 250.000 contos de fretes, conseguiu arrecadar cerca de 140.000 contos em serviços prestados a estrangeiros.

A existência de uma frota importante obriga, só por si, à melhoria das instalações portuárias e, também, à constituição de oficinas de reparação naval. Sem infraestruturas proporcionais não se pode assegurar, regular e continuadamente, as ligações entre os vários pontos do Império.

Ora o equipamento dos portos é mais moroso que o desenvolvimento de uma marinha. Urge, por isso, que *num plano de fomento se dê larga parcela ao problema das instalações portuárias* e preferências na realização da parte que não exige estudos ligados ao tempo.

Da constituição de oficinas de reparação naval que todos aceitam, passa-se à questão controvertida da existência entre nós de estaleiros como base económica do tráfego marítimo.

O ponto de vista dos armadores decorre da verificação que construímos mais caro e a prazos muito longos.

Porém, se queremos poupar divisas, se queremos especializar mão de obra e arranjar um volante para as falhas da reparação naval, temos de aceitar a construção naval de tonelagem média do plano de fomento, ainda que para tal se tenha de abusar das usuais medidas proteccionistas.

Meus Senhores

Do tema geral que me deram, glosei, apenas, alguns pontos fundamentais.

Tema tão vasto é, sem dúvida, susceptível de várias interpretações. Comunicações? Política de fomento? Que latitudes abarcam estas palavras!...

Fixei-me no transporte de materiais; não toquei no deslocamento das pessoas e não referi a transferência do pensamento, ambos indispensáveis nas actividades económicas.

Limitei-me, pode dizer-se; ao campo industrial e, mesmo assim, não falei na *maturidade técnica* das indústrias que as leva, por vezes, a adaptar-se a novas orientações e a re-dispersar-se.

Nada disse sobre a germinação de novas actividades nos centros industriais de forte concentração, ricos, portanto, de mão de obra especializada e de laboratórios de investigação.

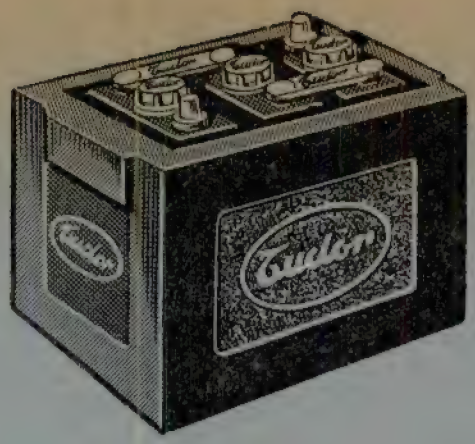
As indústrias têm, como as populações, taxas de natalidade, de crescimento e de morte. Têm, também, os seus Voronoffs e eu não falei no rejuvenescimento industrial adaptado ao plano de fomento.

Deixei de falar de tanta coisa!...

E o caso concreto português?

No que disse, dentro da generalidade do tema, implicitei alguns casos nacionais.

Explicitei apenas um, ou outro em que a minha opinião é a do «homem da rua».



BATERIAS

PORTUGAL

PILHAS SECAS

17 anos da MELHOR FABRICAÇÃO

Duração ! Qualidade ! Economia !

O QUE É Icosit ?

Uma tinta-esmalte de fórmula genial à base de cloridrato de caoutchouc, apresentada em côres claras de bonito efeito decorativo.

ESPECIALMENTE INDICADAS PARA PISCINAS

Resistência perfeita a qualquer tipo de águas minerais, alcalinas, salgadas ou aciduladas, assim como à maioria dos produtos químicos.

ÓPTIMA PARA EXTERIORES À BEIRA MAR

Impede a formação de bolores, pelo que é largamente usada nas instalações alimentares, lácticas, de cervejas, refinações, nos estábulos, adegas, etc., etc.

ICOSIT ICOSIT ICOSIT

Um produto com a garantia da marca

"INERTOL"

Presta-se assistência especial a cada caso e agradece-se qualquer consulta:

No Sul — **A. dos Santos Júnior**
Lisboa — Rua Castilho, 57, solo E.

No Norte — **A Algodoeira W. Stam, Lda.**
Porto — Rua Sá da Bandeira, 562-4.º

TINTAS DYRUP

UMA TINTA QUE PINTA

FÁBRICA DE

TINTAS DE SACAVÉM

S. A. R. L.

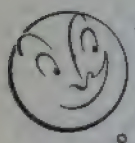
SACAVÉM—PORTUGAL

TEL. { SACAVÉM 105 E 186
LISBOA 42651 42156

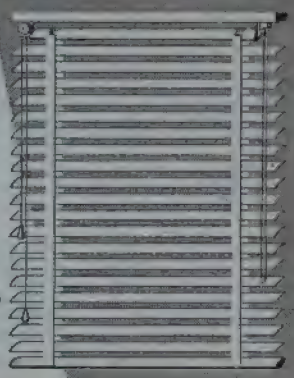
PERSIANAS

REXAL

DE RÉGUAS REGULÁVEIS EM ALUMÍNIO



ÚTIL
PRÁTICO
DECORATIVO
QUALIDADE SUPERIOR
GRANDE VARIEDADE DE CORES
GARANTIA DE FUNCIONAMENTO



AGÊNCIA COMERCIAL
DINAMARQUESA

FÁBRICA: ESCOLAS GERAIS-34-LISBOA ★ TELEF. 35394 (PROVIS.)

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

Em certa matéria de transporte tinha, evidentemente, opiniões de técnico e de professor, mas não me pareceu que elas viessem a propósito em palestra para estudantes.

Desta minha palestra, de pura vulgarização, parece poder concluir-se o seguinte:

1.º — Nenhum plano de fomento deve ser feito sem estarem asseguradas as condições prévias essenciais de energia e transportes, incluindo nestes os marítimos;

2.º — As actividades económicas a desenvolver, devem ser localizadas convenientemente, por forma que se assegure a continuidade de abastecimento de matérias-primas, combustíveis e energia, e continuidade da distribuição dos produtos, tendo em vista o menor custo de venda;

3.º — A concentração e a dispersão industriais devem ser estudadas em função da dimensão óptima da empresa e dos meios de transporte à disposição da indústria.

As indústrias ligadas à agricultura e as de interesse geral serão, necessàriamente, descentralizadas;

4.º — Deve estudar-se o arrumo interior e os transportes internos das unidades fabris.

Seria conveniente que os planos de arrumação fossem submetidos a um corpo de técnicos especialistas, tal qual acontece com os planos arquitectónicos;

5.º — A industrialização levanta problemas de urbanismo que é necessário ligar ao plano de fomento.

Os bairros-jardins, com zonas verdes de protecção devem integrar-se junto às zonas industriais.

Meus caros alunos:

Numa conferência feita na Escola Politécnica de Paris — a célebre escola preparatória das duas grandes escolas de engenheiros, de França — Paul Valery lembrou que a Filosofia, primeiro orientadora da Ciência, depois sua julgadora, passou, neste século, a ir a reboque dela.

Quanta teoria filosófica — quanta! — que foi, de facto, revolucionada pela Ciência!...

Falando a um auditório de futuros técnicos, acostumados (a expressão é dele) a «medir o valor pela utilidade», Paul Valery deixava transparecer certo receio, compreensível num poeta, de vir a ver, um dia a ciência Económica a reboque da Técnica.

A Técnica é, para os poetas, apenas o forjador da flecha e do arco que hão de matar os bichos de que se alimenta o bicho-homem, brutinho entre todos.

A ciência Económica é Zenão de Elea, a negar o movimento da flecha.

Por mim estou certo — crença de aprendiz de matemática que sabe da força dos axiomas — que Zenão olhará, atento, o forjar das flechas e que, já familiarizado com Cantor, dirá aos técnicos que as suas máquinas se movem, vertiginosamente, na ânsia de dar ao Homem a dignidade de pessoa.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

PONTOS DE EXAME

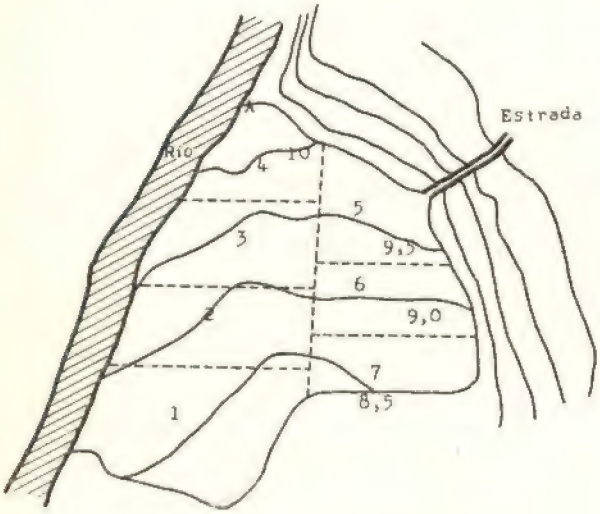
Hidráulica Aplicada

2.º Exame de Frequência Extraordinário

1 — Uma dada zona, que se pretende adaptar ao regadio, tem a configuração, área, altimetria e parcelamento indicadas na figura 1. A sua rega deve ser feita com dotações compreendidas entre 864 m³/ha. e 605 m³/ha., cada 10 dias, sendo a totalidade da água necessária fornecida no ponto A, e sendo necessário afastar os sobejos das águas de rega e os caudais provenientes das chuvas caídas sobre a área considerada. A rega é intermitente e o caudal em A é fornecido dum modo contínuo.

Pede-se:

a) — O esquema da rede de regadeiras, serventias e enxugadeiras.



$S_b = 42$ ha.

Superfícies parcelares

$S_1 = 10$ ha.
$S_2 = 5$ ha.
$S_3 = 6$ ha.
$S_4 = 6$ ha.
$S_5 = 6$ ha.
$S_6 = 5$ ha.
$S_7 = 4$ ha

Fig. 1

b) — Cálculo sumário das dimensões das regadeiras.

c) — Indicação dos orgãos especiais e detalhes que possam interessar a título de elucidação.

d) — Estabelecimento do horário tipo para rega das diversas parcelas.

2 — Um dado rio apresenta numa certa zona a configuração topográfica indicada na figura 2. Pretende-se nele criar uma albufeira cujo nível máximo normal atinja a cota 105. O caudal de máxima cheia a considerar é de 1.500 m³/seg. O terreno é de granito são na zona à direita da linha tracejada — AA — e de granito ligeiramente alterado e com bolsas de alteração na zona à esquerda.

Pede-se:

a) — Indicação, tipo e dimensionamento sumário das obras provisórias, supondo que elas devem ser eficazes para um caudal igual a 0,5 do de máxima cheia considerada.

b) — Indicação, tipo e dimensionamento aproximado das obras definitivas, incluindo o descarregador, cuja escolha deverá ser discutida e justificada.

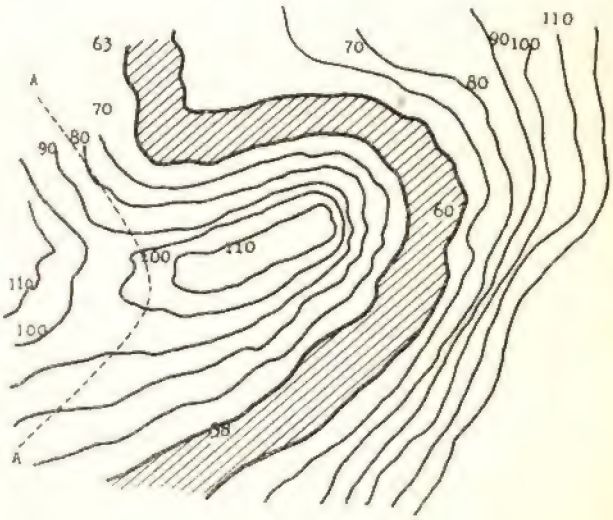


Fig. 2

3 — Ponto, *voluntário*, à escolha do Professor, no exame, sobre matéria versada no trabalho da aula prática.

AMORTECIMENTO DE PONTAS DE CHEIA

PELO ENG.º CIVIL (E. E.) BAPTISTA JÚNIOR

C. D. 532.56

As notas que seguem têm apenas o intuito de pôr à disposição do leitor elementos de Hidráulica aplicada completados com exemplos de aplicação.

A preparação necessária para a resolução dos inúmeros problemas a que obriga o cálculo das várias peças dum projecto de aproveitamento da energia hidráulica dum curso de água, consome muito tempo. Tudo o que se fizer de prático para facilitar a tarefa do projectista não é trabalho perdido. Eis a razão que se invoca para a publicação de tão despretensiosa notícia, que será seguida por outras do mesmo género, em caso de aceitação.

I — Generalidades

1 — Suponhamos um sistema de acumulação hidráulica estabelecido numa linha de água por meio de barragem e que a respectiva albufeira está dotada com os correntes órgãos de protecção: descarregador de superfície e tomada de fundo. Entre as várias cotas que a água armazenada pode atingir na secção de descarga, há duas características:

— Nível de pleno armazenamento (N. P. A.), a partir do qual funcionarão os órgãos de descarga;

— Nível de máxima cheia (N. M. C.) correspondente ao mais alto ponto atingido pelas águas provenientes da maior das cheias máximas previstas.

O (N. P. A.) coincide com a crista do descarregador se o escoamento se fizer livremente. A descarga pode fazer-se também em regime de regulação dotando o descarregador com comportas manobráveis.

Com a água ao N. P. A. vejamos o que sucede durante a ocorrência duma cheia. Dos caudais que atingem a albufeira parte sai pelo descarregador e a outra fica armazenada, subindo o nível da água até determinada cota dependente das características do reservatório e dos órgãos de descarga.

A acção da albufeira resume-se portanto em alterar os caudais de tal modo que o andamento do hidrograma de cheia Q_a (t) à entrada no lago artificial é diferente da curva Q_e (t) à saída. Os caudais chegados são reduzidos em determinada percentagem. Chama-se amortecimento à redução ou atenuação da onda de cheia afluente devida ao reservatório inserido no seu percurso. O grau de amortecimento depende do valor do caudal entrado, da capacidade de vasão dos órgãos de descarga, e da capacidade amortecedora ou moderadora da albufeira.

Importa fazer o estudo do amortecimento nas ondas de cheia de um curso de água devido a acção das albufeiras criadas no mesmo para qualquer missão, seja de rega, de aproveitamento de energia, etc , em virtude da importância de certos problemas a resolver. Entre outros apontam-se os seguintes: Reduzir o valor da ponta de cheia amortecida, limitar a altura da água sobre a crista do descarregador, calcular a cheia afluente conhecida a lei de variação dos caudais saídos do reservatório, etc. . .

Na presente nota tratamos apenas do segundo caso, isto é, dadas as características de um descarregador de superfície de determinado sistema de acumulação, verificar se a cota de água sobre a crista durante

a ocorrência da cheia não ultrapassa um valor fixado. É o problema que se tem que resolver no dimensionamento do descarregador quando for considerado o efeito de atenuação da albufeira na onda de cheia.

Na determinação de alturas de ensecadeiras para desvios de cursos de água durante a construção das obras, o caso é o mesmo: Trata-se de amortecer uma certa onda de cheia que vai ser depois escoada em regime livre ou forçado através da galeria de desvio.

2 — Se designarmos por

Q_a — caudal de cheia à entrada na albufeira
Q_e — caudal à saída
S — área da superfície do plano de água
Z — altura de água acima da crista do descarregador
a condição de continuidade permite estabelecer

$$(Q_a - Q_e)\, dt = S\, dz \qquad (1)$$

equação diferencial que traduz o funcionamento hidrológico do reservatório. O caudal saído Q_e pode ser a soma dos caudais escoados no descarregador ou evacuados pela descarga de fundo, pela tomada de água, ou quaisquer outras descargas auxiliares.

Na presente equação são dados: Q_a (t), Q_e (z), S (z) e pretende-se determinar Q_e (t).

A solução do problema proposto obtém-se integrando a equação 1). Porém só em casos especiais é que tal equação é integrável. Nesta conformidade tem que se lançar mão do processo de integração aproximada por diferenças finitas que consiste em substituir as diferenciais dZ e dt pelos acréscimos finitos Δz e Δt e resolver a equação 2) resultante, dentro dos intervalos considerados

$$(Q_a - Q_e)\, \Delta t = S\, \Delta_z \qquad (2)$$

o que pode ser levado a efeito por via numérica ou gráfica.

3 — Suponhamos em primeiro lugar que durante a ocorrência da cheia máxima apenas funcionou o descarregador de superfície. A descarga de fundo, descargas auxiliares e a tomada de água estão fechadas. Esta deve ser a hipótese a estabelecer para o dimensionamento do órgão de defesa de superfície, dentro das regras de segurança.

Os elementos necessários para o cálculo são dados do seguinte modo:

Q_a — pelo hidrograma de cheia, valores de Q_a em m^3/s para cada valor de t;
Q_e — pela conhecida fórmula de vasão dos descarregadores

$$Q_e = m \times l \times 4{,}43 \times Z^{3/2} = Q_e\,(Z) \qquad (3)$$

em que

m — coeficiente de vasão
l — Comprimento útil do descarregador

S — pela curva das superfícies inundadas, S (Z).

Se a água está ao N. P. A. e a descarga é livre, as condições iniciais do problema que consideramos são $t = 0$, $Z = 0$, $Q_a = Q_e = 0$.

Para a resolução por via numérica parte-se da origem de contagem dos tempos que coincide com o início da cheia. Os cálculos são conduzidos do modo seguinte: Dá-se a $t = 0$ o acréscimo Δt, e determina-se o caudal de cheia no fim do intervalo, de valor Q_a. Fica-se a saber o caudal médio afluído à albufeira e através da fórmula (2) calcula-se o Δz correspondente admitindo para Q_e o valor no início do intervalo. Conhecido Δz, acha-se o valor de Z, que no caso presente do primeiro acréscimo seria $0 + \Delta z$.

A partir da fórmula (3) determina-se o Q_e respectivo. O valor do caudal saído pelo descarregador Q_e é exagerado, porque na determinação do Δz se partiu do Q_e relativo ao extremo inicial. Para efeitos de maior precisão de resultados, refazem-se novamente os cálculos entrando agora na fórmula (2) com o Q_e obtido a partir da fórmula (3). Depois segue-se a mesma ordem de operações para o 2.º, 3.º etc., acréscimos. No quadro n.º 1 se apresenta um exemplo de aplicação deste método de aproximações sucessivas.

Em lugar deste procedimento pode adoptar-se o processo de integração numérica por meio de tentativas. Consta das seguintes operações: Tomam-se acréscimos Δz, em vez de Δt como anteriormente. Arbitram-se agora valores de Δt e fica-se a conhecer, por intermédio do hidrograma de cheia, os caudais Q_a respeitantes aos extremos do intervalo e portanto $Q_{a\,\text{médio}}$.

Introduzindo este valor na equação (2) acha-se o verdadeiro Δt que deve ser igual ao arbitrado. Se não for assim recomeça-se novamente o cálculo com outra tentativa. (Ver quadro n.º 2).

Muitas vezes abreviam-se as operações na aplicação dos dois métodos supondo que S se mantém constante à medida que Z aumenta, de que não resultam diferenças apreciáveis nos casos da prática.

4) — *Descarregadores equipados de comportas*

Se o descarregador não é de funcionamento livre, mas está equipado com órgãos de obturação manobráveis torna-se necessário determinar os respectivos valores iniciais do problema, para o que é preciso conhecer a lei de abertura das respectivas comportas ou alças. O amortecimento começará a partir do instante em que deixam de ser iguais o caudal afluído e o descarregado, dado pela igualdade dos maiores valores de Q_a e Q_e.

5) — *Método gráfico de Holmgren*

Conhecem-se vários procedimentos gráficos de resolução do problema em estudo. Entre outros, o método de Holmgren é de fácil aplicação. É conduzido do modo seguinte:

a) Traça-se a curva integral da cheia afluída, tomando como abcissas os tempos e ordenadas os volumes de água entrados na albufeira;

b) Consideram-se incrementos finitos de altura de água Z sobre a crista do descarregador e determinam-se os caudais descarregados correspondentes, que serão dados pelas inclinações de um feixe de rectas;

c) Traça-se a curva ou estabelece-se a lei que dá para cada Z o valor da área do plano de água;

d) Executa-se a construção, como se verifica na figura n.º 1, por triângulos. Cada triângulo estabelece a igualdade entre os caudais afluentes por um lado e os armazenados e saídos pelo outro. A diferença entre as abcissas correspondentes dá o tempo que a água leva a subir o acréscimo finito de altura considerado. Quando a recta de inclinação representativa dos caudais descarregados é tangente a curva dos Q_a acumulados isso indica que se atingiu a maior cota de Z, porque nesse instante o Q afluído é igual ao evacuado.

Se aquela linha não é exactamente tangente à curva integral, podem ser considerados acréscimos mais pequenos até que se verifique a tangência. Pode-se, dentro da segurança, ficar em altura Z aproximada, para mais.

6) — *Traçado Diaz-Marta* — O engenheiro espanhol Diaz-Marta eliminou a variável Z na expressão 1) e estabeleceu a equação

$$\frac{d\,Q_e}{d\,t} = \frac{Q_a - Q_e}{\dfrac{d\,v}{d\,Q_e}} = \frac{Q_a - Q_e}{S'} \qquad (4)$$

onde dv é a diferencial do volume de armazenamento.

Na expressão

$$\frac{d\,v}{d\,Q_e} = S\,\frac{d\,Z}{d\,Q_e}$$

é conhecido S e $\dfrac{d\,Z}{d\,Q_e}$ pode ser obtida por derivação da expressão

$$Z = \frac{Q_e^{2/3}}{(m \times l \times 4{,}43)^{2/3}}$$

Será

$$\frac{d\,Z}{d\,Q_e} = \frac{K}{\sqrt[3]{Q_e}} \qquad K = \frac{2}{3\,(m \times l \times 4{,}43)^{2/3}}$$

Traçado de Holmgren

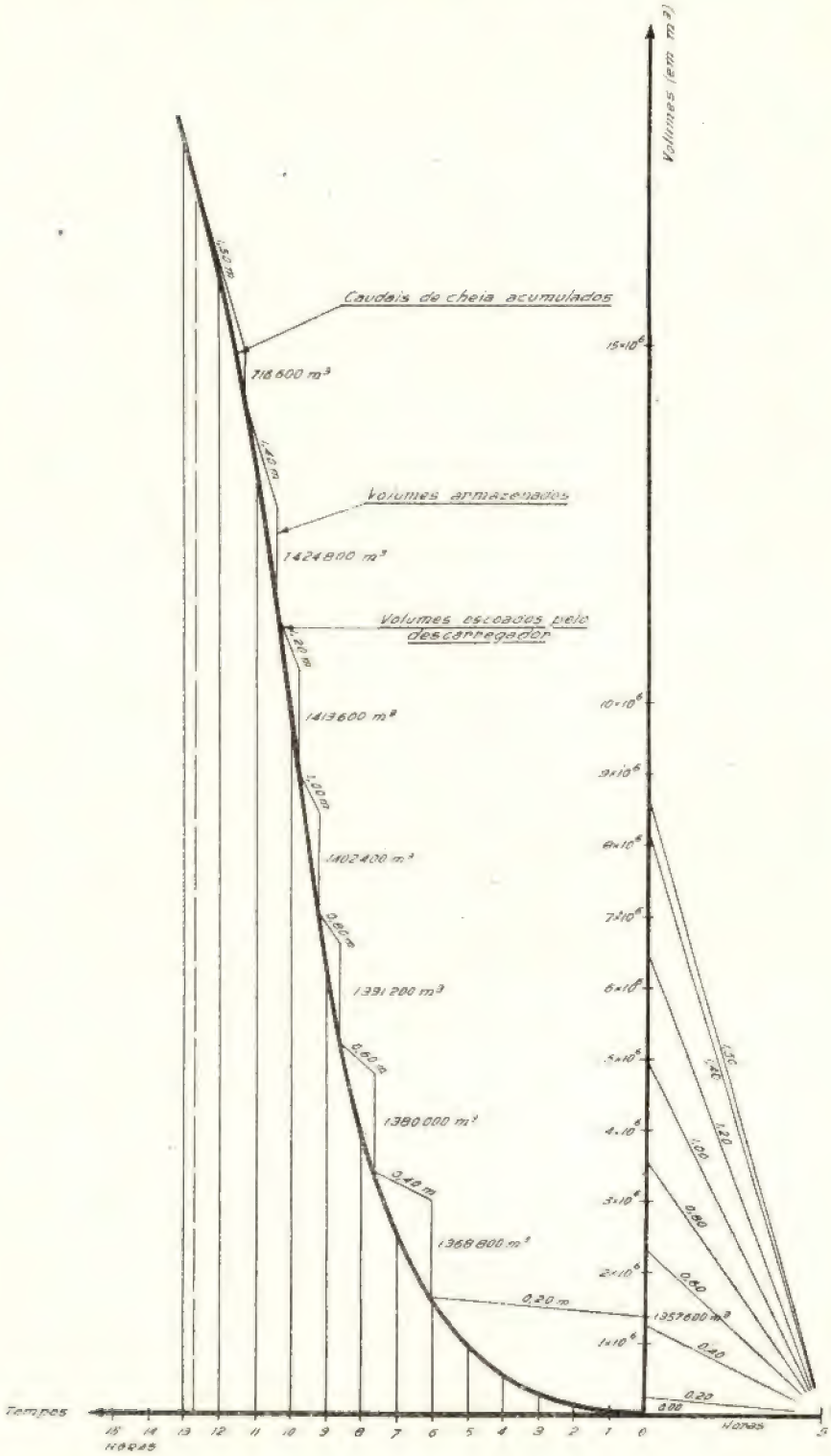


Fig. 1

e portanto

$$\frac{dv}{dQ_e} = S \frac{K}{\sqrt[3]{Q_e}} = S'$$

É a equação 4) transformada em diferenças finitas que o método de Diaz-Marta resolve por via gráfica.

Ao contrário do traçado de Holmgren, adoptam-se agora incrementos de tempo Δt

Para efeitos de maior precisão refaz-se a construção entrando agora com os valores de Q_e e Q_a respeitantes ao meio do interválo. Ver figura n.º 2 em que a segunda operação foi realizada para o intervalo B C.

Como o ponto representativo das condições iniciais acarreta indeterminação para o traçado, tem que se partir doutro ponto da curva dos Q_e (t), que pode ser fàcilmente obtido pelo método de integração numérica.

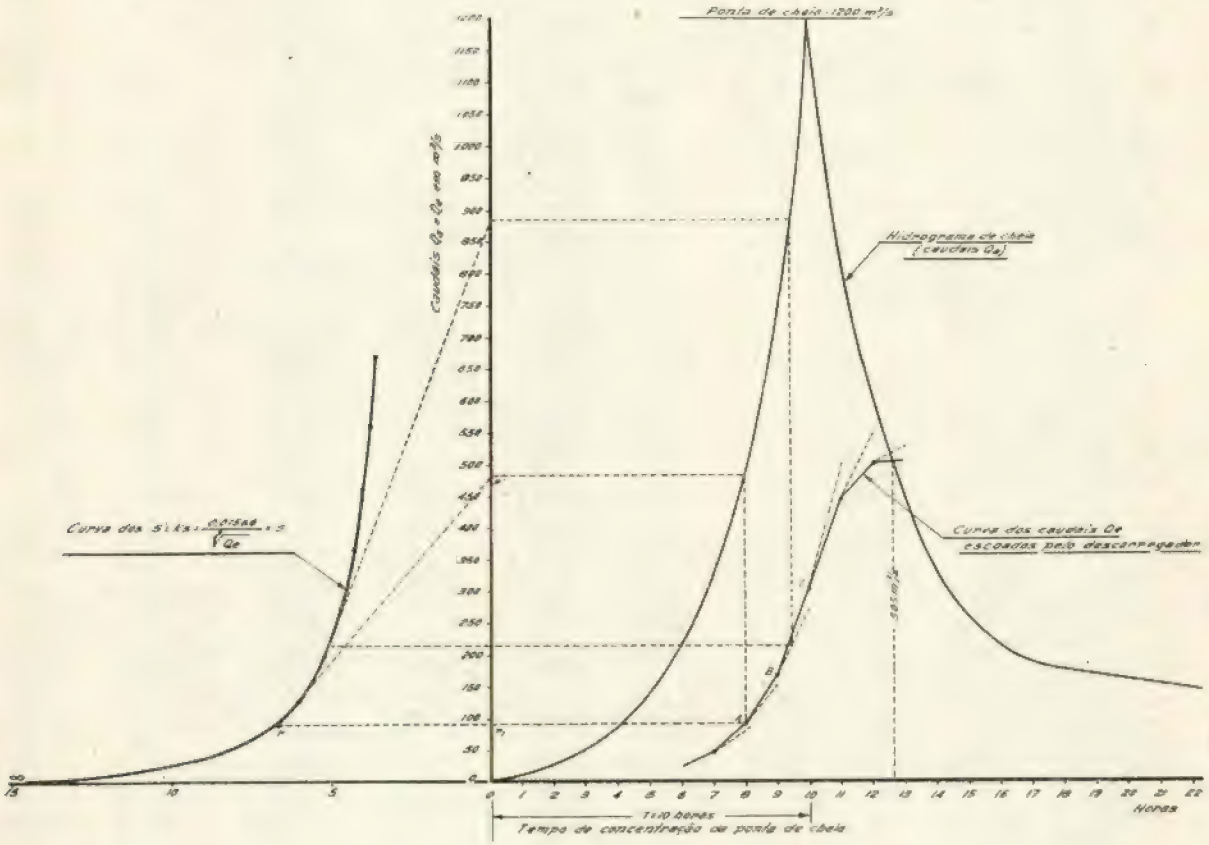


Fig. 2

e acham-se os Q_e por construção gráfica, traçando rectas que tenham o coeficiente angular igual a $\frac{Q_a - Q_e}{S'}$. Parte-se em cada intervalo de tempo do valor de Q_e no extremo anterior e acha-se a tangente à curva dos Q_e que passa pelo respectivo ponto representativo A.

Está tangente é paralela à recta r r', que tem o referido coeficiente angular, visto ser

$$r_1 r' = Q_a - Q_e \quad e \quad r r_1 = S'$$

A curva dos S' (Q_e) é representada com os Q_e em ordenadas e os S' em abcissas, na mesma escala dos tempos adoptada para o hidrograma integral da cheia.

II — Exemplos de aplicação

7) — *Primeiro exemplo*

Calcular o grau de amortecimento da ponta de cheia de 1200 m³/s afluída à projectada albufeira de Vilar no rio Távora,

Cálculo dos caudais escoados pelo descarregador

QUADRO N.º 1 — Exemplo n.º 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t (Hor.)	Δ t (Seg.)	Qa (m^3/s)	Qa médio (m^3/s)	Qe (m^3/s)	$Q_a - Q_e$ m (m^3/s)	S (km^2)	$\Delta z = \frac{Qa - Qe}{S} \Delta t$ (m)	Z (m)	$z^{3/2}$ (m)	Qe (calculado) (m^3/s)
0		0		0	4,0	6,760	0,001	0,001	0	0
	1800		4,0	0	4,0	6,760	0,001	0,001	0	0
0,5		8		0	11,5	6,760	0,003	0,004	0,0003	0,083
	1800		11,5	0,083	11,417	6,761	0,003	0,004	0,0003	0,083
1		15		0,083	18,917	6,761	0,005	0,009	0,0009	0,222
	1800		19,0	0,222	18,778	6,763	0,005	0,009	0,0009	0,222
1,5		23		0,222	26,278	6,763	0,007	0,016	0,0020	0,554
	1800		26,5	0,554	25,946	6,764	0,007	0,016	0,0020	0,554
2		30		0,554	35,446	6,764	0,009	0,025	0,0040	1,108
	1800		36,0	1,108	34,892	6,767	0,009	0,025	0,0040	1,108
2,5		42		1,108	47,392	6,767	0,013	0,038	0,0074	2,049
	1800		48,5	2,049	46,451	6,771	0,012	0,037	0,0071	1,966
3		55		1,966	60,534	6,770	0,016	0,053	0,0122	3,378
	1800		62,5	3,378	59,122	6,775	0,016	0,053	0,0122	3,378
3,5		70		3,378	76,622	6,775	0,020	0,073	0,0197	5,454
	1800		80,0	5,454	74,546	6,780	0,020	0,073	0,0197	5,454
4		90		5,454	95,546	6,780	0,025	0,098	0,0307	8,500
	1800		101,0	8,500	92,500	6,787	0,025	0,098	0,0307	8,500
4,5		112		8,500	117,500	6,787	0,031	0,129	0,0463	12,819
	1800		126,0	18,819	113,181	6,796	0,030	0,128	0,0458	12,681
5		140		12,681	143,819	6,796	0,038	0,166	0,0676	18,717
	1800		156,5	18,717	137,783	6,806	0,036	0,164	0,0664	18,385
5,5		173		18,385	173,115	6,806	0,046	0,210	0,0962	26,635
	1800		191,5	26,635	164,865	6,819	0,044	0,208	0,0949	26,275
6		210		26,275	210,225	6,818	0,056	0,264	0,1356	37,544
	1800		236,5	37,544	198,956	6,834	0,052	0,260	0,1325	36,714
6,5		263		36,714	254,786	6,833	0,067	0,327	0,1870	51,776
	1800		291,5	51,776	239,724	6,852	0,063	0,323	0,1836	50,834
7		320		50,834	306,166	9,850	0,080	0,403	0,2558	70,825
	1800		357,0	70,825	286,175	6,873	0,075	0,397	0,2501	69,246
7,5		394		69,246	372,754	6,871	0,098	0,495	0,3483	96,436
	1800		442,0	96,436	345,564	6,899	0,090	0,487	0,3399	94,110
8		490		94,110	440,890	6,896	0,115	0,602	0,4671	129,328
	1800		535,0	129,328	405,672	6,929	0,105	0,592	0,4555	126,117
8,5		580		126,117	536,383	6,926	0,139	0,731	0,6250	173,047
	1800		662,5	173,047	489,453	6,965	0,126	0,718	0,6084	168,451
9		745		168,451	656,549	6,961	0,170	0,888	0,8368	231,689
	1800		825,0	231,689	593,311	7,009	0,152	0,870	0,8115	224,684
9,5		905		224,684	827,816	7,004	0,213	1,083	1,1271	312,066
	1800		1052,5	312,066	740,434	7,063	0,189	1,059	1,0898	301,738
10		1200		301,738	798,262	7,057	0,204	1,263	1,4194	392,996
	1800		1100,0	392,996	707,004	7,114	0,179	1,238	1,3775	381,395
10,5		1000		381,395	533,605	7,107	0,135	1,373	1,6088	445,437
	1800		915,0	445,437	469,563	7,144	0,119	1,357	1,5808	437,684
11		830		437,684	334,816	7,140	0,084	1,441	1,7298	478,938
	1800		772,5	478,938	293,562	7,163	0,074	1,431	1,7118	473,955
11,5		715		473,955	188,545	7,160	9,047	1,478	1,7968	497,489
	1800		662,5	497,489	165,011	7,174	0,041	1,472	1,7839	494,471
12		610		494,471	78,029	7,172	0,020	1,492	1,8224	504,577
	1800		572,5	504,577	67,923	7,178	0,017	1,490	1,8188	503,580
12,5		535		503,580	— 11,080					
			492,5							
13		450								

funcionando apenas um descarregador de superfície de 125 metros de comprimento útil, com a crista à cota de N. P. A. (552,00), origem das ordenadas Z (alturas de água).

A lei de variação de S (z), em que S é a superfície do espelho líquido é expressa por $S = 6{,}76 + 0{,}28\ Z$ (Z entra em metros e S vem em km^2).

Os caudais saídos pelo descarregador são obtidos da expressão

$$Q_e = 0{,}5 \times 4{,}43 \times 125 \times Z^{3/2} = 276{,}875\ Z^{3/2}$$

Os valores de Q_a (t) constam na coluna 3 do quadro n.º 1.

A descarga é livre e as condições iniciais estabelecidas são: $Q_a = Q_e = 0$, isto é, no momento de começo da cheia, o caudal afluente é nulo e o nível de água na albufeira é o de pleno armazenamento.

7-1) — *Resolução numérica* — No quadro n.º 1 constam os elementos relativos à resolução da equação de diferenças finitas, tendo sido adoptado o processo das aproximações sucessivas com acréscimos de tempo iguais a meia hora. A análise do quadro permite seguir as diferentes fases de cálculo.

Conclui-se que o maior caudal vertido é 503,580 m^3/s a que corresponde a lâmina de água de

$$Z = \left(\frac{503{,}580}{276{,}875}\right)^{2/3} = 1{,}49 \text{ m}$$

7.2) — *Resolução gráfica pelo método de Holmgren*

As peças necessárias para a construção gráfica são:

a) Curva integral dos caudais afluídos — No quadro n.º 2 foram dispostos os elementos necessários para o seu traçado.

b) Diagrama das inclinações correspondentes aos caudais descarregados; — tomou-se o intervalo de 5 horas e determinaram-se, no quadro n.º 3, os volumes descarregados relativos às diferentes espessuras de lâmina de água (ordenadas Z) resultantes de acréscimos finitos $\Delta Z = 0{,}20$ m.

c) Volumes da albufeira correspondentes aos acréscimos finitos ΔZ das ordenadas — são dados no quadro n.º 4.

A construção consta do desenho da figura n.º 1.

Verifica-se que o valor achado é da ordem de $Z = 1{,}50$ m e que o nível máximo é atingido passadas cerca de 12 horas e três quartos.

7.3) — *Resolução gráfica pelo método Diaz-Marta*

Os elementos necessários para a construção são:

a) Hidrograma de cheia — curva dos Q_a (t) — consta no desenho da figura n.º 2.

b) Curva dos $S' = K \times S = \dfrac{0{,}01566}{\sqrt[3]{Q_e}} \times S$.

No quadro n.º 5 indicam-se os valores de S′ para as diferentes ordenadas Z.

A construção consta no desenho n.º 2. O ponto inicial para o traçado foi obtido por integração numérica. A escala dos S′ é 1 cm — 3600 seg, igual à adoptada para o hidrograma de cheia.

O máximo caudal descarregado é 505 m^3 a que corresponde a lâmina $z = 1{,}49$ m.

Portanto estando a albufeira de Vilar defendida com o órgão de protecção de superfície como se indicou, e o nível líquido à cota do pleno armazenamento, na ocorrência da cheia máxima de ponta igual a 1200 m^3/s dada pelo hidrograma da figura 2, o nível da água junto do descarregador, atingiria a cota 553,50. O coeficiente de amortecimento da albufeira será:

$$\frac{1200 - 505}{1200} = 0{,}58$$

8) — *Segundo exemplo*

São impostas agora para a mesma albufeira de Vilar as seguintes condições:

a) O nível de água, em caso de ocorrência da cheia máxima de 1200 m^3/s de ponta, não deve ser superior a 552,55 na secção de saída;

QUADRO N.º 2

1	2	3	4	5	6
Horas	Caudais (m^3/s)	Tempo (Seg.)	Caudais médios (m^3/s)	Volumes parciais (m^3)	Volumes acumulados (m^3)
0	0				
		3.600	7,5	27.000	27.000
1	15				
		»	22,5	81.000	108.000
2	30				
		»	42,5	153.000	261.000
3	55				
		»	72,5	261.000	522.000
4	90				
		»	115,0	414.000	936.000
5	140				
		»	175,0	630.000	1.566.000
6	210				
		»	265,0	954.000	2.520.000
7	320				
		»	405,0	1.458.000	3.978.000
8	490				
		»	617,5	2.223.000	6.201.000
9	745				
		»	972,5	3.501.000	9.702.000
10	1.200				
		»	1.015,0	3.654.000	13.356.000
11	830				
		»	720,0	2.592.000	15.948.000
12	610				
		»	530,0	1.908.000	17.856.000
13	450				
		»	390,0	1.404.000	19.260.000
14	330				
		»	295,0	1.062.000	20.322.000
15	260				
		»	237,5	855.000	21.171.000
16	215				
		»	200,0	720.000	21.897.000
17	185				
		82.800	92,5	1.659.000	29.556.000
40	0				

b) É necessário manter o nível de pleno armazenamento à cota (552,00);

c) Não é possível aumentar o desenvolvimento da crista de descarregador (limite máximo 125 m).

Em face das imposições referidas é-se obrigado a prever o regime de descarga regulada. Escolhe-se um descarregador dotado de duas portadas de 11 metros cada, localizadas no coroamento da barragem e separadas por um pilar de 2 metros de espessura e com a crista à cota (547,00). Cada portada é obturada por uma comporta dos tipos segmento ou vagão, de funcionamento mecânico. Admite-se ainda que o coeficiente dependente da forma do pilar central e das espaldas é $\alpha = 0{,}04$. Nestas circunstâncias o comprimento útil do descarregador será, segundo Creager :

$$l_u = l_t - n \times \alpha \times h_o = 22 - 4 \times 0{,}04 \times \times 5{,}55 \sim 21 \text{ metros}$$

QUADRO N.º 3

Cotas	Z (m)	$z^{3/2}$ (m)	Q_e (m^3/s)	$Q_{e\ méd}$ (m^3/s)	t (seg)	Volumes (m^3)
552,00	0	0	0			
552,20	0,20	0,0894	24,75	12,38		222.840
552,40	0,40	0,2530	70,05	47,40		1.260.900
552,60	0,60	0,4648	128,69	99,37		2.316.420
552,80	0,80	0,7155	198,10	163,40	1800	3.565.800
553,00	1,00	1,0000	276,88	237,49		4.983.840
553,20	1,20	1,3145	363,95	320,42		6.551.100
553,40	1,40	1,6565	458,64	411,30		8,255.520
553,50	1,50	1,8370	508,62	483,63		8.705.340

QUADRO N.º 4

Cotas	z (m)	S (km^2)	$S_{méd.}$	Δz (m)	Volumes (m^3)
552,00	0	6,760			
552,20	0,20	6,816	6,788	0,20	1.357.600
552,40	0,40	6,872	6,844	0,20	1.368.800
552,60	0,60	6,928	6,900	0,20	1.380.000
552,80	0,80	6,984	6,956	0,20	1.391.200
553,00	1,00	7,040	7,012	0,20	1.402.400
553,20	1,20	7,096	7,068	0,20	1.413.600
553,40	1,40	7,152	7,124	0,20	1.424.800
553,50	1,50	7,180	7,166	0,10	716.600

QUADRO N.º 5

Cotas	Z (m)	S (km^2)	Q_e (m^3/s)	$\sqrt[3]{Q_e}$	$\frac{0,01566}{\sqrt[3]{Q_e}}$	S' ($\times 10^6\ m^2$)
552,00	0	6,760	0	0	∞	∞
552,10	0,10	6,788	8,75	2,05	0,00764	0,05186
552,20	0,20	6,816	24,75	2,91	0,00538	0,03667
552,40	0,40	6,872	70,05	4,12	0,00380	0,02611
552,60	0,60	6,928	128,69	5,05	0,00310	0,02148
552,80	0,80	6,984	198,10	5,83	0,00269	0,01879
553,00	1,00	7,040	276,88	6,52	0,00240	0,01690
553,20	1,20	7,096	363,95	7,14	0,00219	0,01554
553,40	1,40	7,152	458,64	7,71	0,00203	0,01452
553,60	1,60	7,208	560,40	8,24	0,00190	0,01370
553,80	1,80	7,214	668,65	8,74	0,00179	0,01300
554,00	2,00	7,320				

QUADRO N.° 6 — Exemplo n.° 2

Cálculo por diferenças finitas do N. M. C.

(Descarregador de $2 \times 11 = 22$ metros)

Z (m)	$Z^{3/2}$ (m)	Q_e (m^3/s)	$Qe_{médio}$ (m^3/s)	S (km^2)	$S_{médio}$ (km^2)	N Δ	$S \times \Delta z = \Delta v$ médio (m^3)	Horas (t)	Δt (Horas)	Δt (segundos) (arbitrado)	Qa (m^3/s)	$Q_{a\ médio}$ (m^3/s)	$Qa_{méd.} - Qe_{méd.}$ (m^3/s)	Δt (segundos) (calculado)
5	11,18	520,038		6,760				8,200			520,04			
			523,992		6,767		338,350		0,830	2988		637,32	113,328	2985,6
5,05	11,35	527,945		6,774				9,030			754,60			
			531,899		6,781		339,050		0,341	1227,6		809,16	277,261	1222,9
5,10	11,52	535,853		6,788				9,371			863,72			
			539,807		6,795		339,650		0,250	900		920,055	380,248	893,5
5,15	11,69	543,760		6,802				9,621			976,39			
			547,714		6,809		340,450		0,195	702		1033,915	486,205	700,0
5,20	11,86	551,668		6,816				9,816			1091,44			
			555,622		6,823		341,150		0,173	630		1092,475	536,853	635,4
5,25	12,03	559,575		6,830				9,989			1093,51			
			563,529		6,837		341,850		0,172	619,2		1114,555	551,026	620,4
5,30	12,20	567,483		6,844				10,161			1135,60			
			571,437		6,851	0,05	342,550		0,180	648		1099,6	528,163	648,5
5,35	12,37	575,391		6,858				10,341			1063,60			
			579,577		6,865		343,250		0,216	777,6		1022,11	442,533	775,6
5,40	12,55	583,763		6,872				10,557			980,62			
			587,717		6,879		343,950		0,277	997,2		933,51	345,793	934,7
5,45	12,72	591,671		6,886				10,834			886,40			
			595,858		6,893		344,650		0,406	1461,6		830,60	234,792	1468,2
5,50	12,90	600,044		6,900				11,240			774,80			
			601,672		6,903	0,02	138,060		0,270	972		744,35	142,678	967,6
5,52	12,97	603,300		6,906				11,510			713,90			
			603,998		6,907	0,01	69,070		1,250	4500		602,35	— 1,648	
5,53	13,00	604,695		6,908				12,760			490,80			

em que $h_0 = 5,^{m}55$ é a espessura máxima da lâmina de água vertida.

Os caudais escoados pelo descarregador serão dados pela expressão:

$$Q_e = 0,5 \times 21 \times 4,43 \times Z^{3/2} = 46,515 \times Z^{3/2}$$

A lei de abertura que se estabelece para os órgãos de obturação é a seguinte: as comportas abrem de modo a deixar passar sempre o caudal de cheia afluído; desta maneira estarão completamente abertas quando esse caudal for igual ao descarregado com lâmina de 5 metros de espessura.

Para Z = 5,00 metros, será:

$$Q_e = 46,515 \times 5^{3/2} = 520,038 \text{ m}^3/\text{s}$$

O hidrograma de cheia mostra que o caudal afluente é igual ao saído 8,2 horas depois do início da cheia. A partir deste instante o caudal que entra é maior que o evacuado e então passa a entrar em jogo a acção atenuadora da albufeira. O ponto inicial da curva Q_e (t) é

$$t = 8,2 \text{ horas}$$
$$Q_e = 520,038 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.1) — *Resolução numérica*

Adotou-se o método das tentativas, como anteriormente já exposto. Na determinação dos caudais de cheia Q_a a partir do hidrograma e para os diferentes t, supôs-se aplicável a lei de variação linear em intervalos de meia hora, em cada um dos dois ramos, ascendente e descendente da curva.

As operações foram dispostas no quadro n.º 6, cuja análise dá as indicações necessárias para se compreender o andamento do método. Achou-se para o nível máximo de cheia no descarregador a cota (552,53).

8.2) — *Resolução gráfica de Holmgren*

Como curva integral dos caudais de cheia ou dos caudais acumulados, podia ser utilizada a da figura n.º 1; preferiu-se porém usar outra com origem no tempo t = 8,2 horas a fim de empregar escalas maiores para o desenho.

A figura n.º 3 mostra o gráfico elaborado contendo os elementos necessários para a construção. Os acréscimos finitos Δ_t foram feitos iguais a 0,05 m.

O valor dado pelo traçado, pouco menos de 0,55 m acima do N. P. A., condiz com a altura determinada por integração numérica.

9) — *Terceiro exemplo* — Suponhamos agora que a saída dos caudais entrados na albufeira se faz também pela descarga de fundo, mas só quando o N. M. C. atinge a cota (552,30).

Quer dizer, logo que a água da cheia atinge a altura de 0,30 acima do N. P. A. abre-se a comporta de obturação da descarga. Supõe-se que a abertura é instantânea e que a cota do eixo da conduta forçada daquele órgão na boca de saída é (509,25). Os caudais evacuados são dados pela expressão $Q_e = 13,2 \sqrt{H}$, em que H é a carga hidrostática, deduzida a partir dos valores dimensionais geométricos e das características de ordem hidráulica dos elementos da descarga.

Os caudais saídos da albufeira a partir de Z = 0,30 são dados pela expressão

$$Q_e = 46,515\ Z^{3/2} + 13,2\ H^{1/2}$$

e constam do quadro n.º 7.

QUADRO N.º 7

Cotas	Z (m)	$Z^{3/2}$ (m)	$46,515\ Z^{3/2}$ (m^3/s)	H (m)	$H^{1/2}$ (m)	$13,2\ H^{1/2}$ (m^3/s)	Q_e (m^3/s)
552,30	5,30	12,20	567,483	42,05	6,485	85,602	653,085
552,35	5,35	12,37	575,391	42,10	6,489	85,655	661,046
552,40	5,40	12,55	583,763	42,15	6,492	85,694	669,457
552,45	5,45	12,72	591,671	42,20	6,496	85,747	677,418
512,50	5,50	12,90	600,044	42,25	6,501	85,813	685,857